



# Où les changements de SST influencent-ils les événements de précipitation extrêmes en Méditerranée Nord Occidentale?

Ségolène Berthou, Sylvain Mailler, Philippe Drobinski, Thomas Arsouze, Sophie Bastin, Karine Béranger, Cindy Lebeaupin-Brossier, Samuel Somot

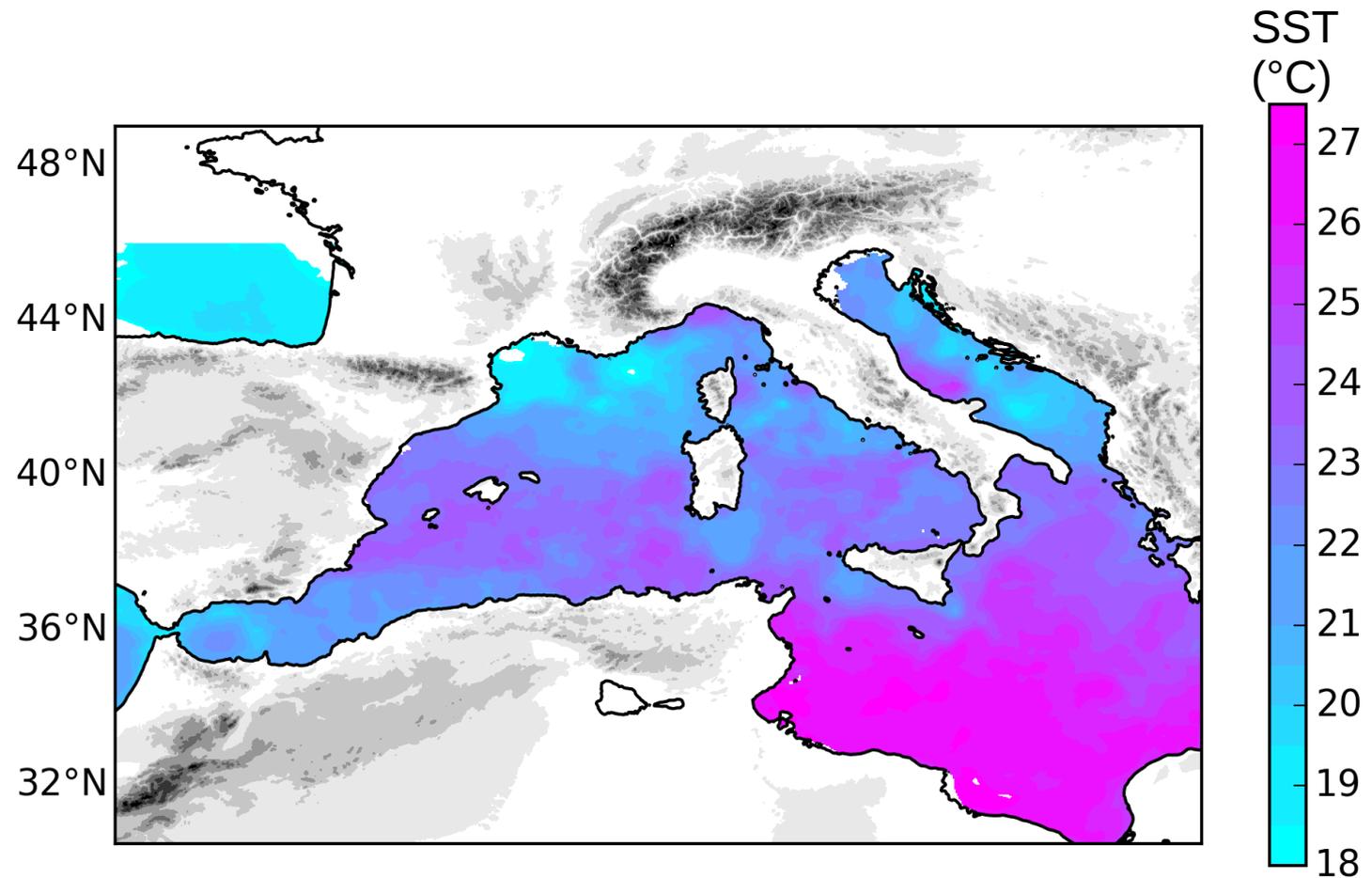


LMD Polytechnique, IPSL

AMA, 20/01/2015

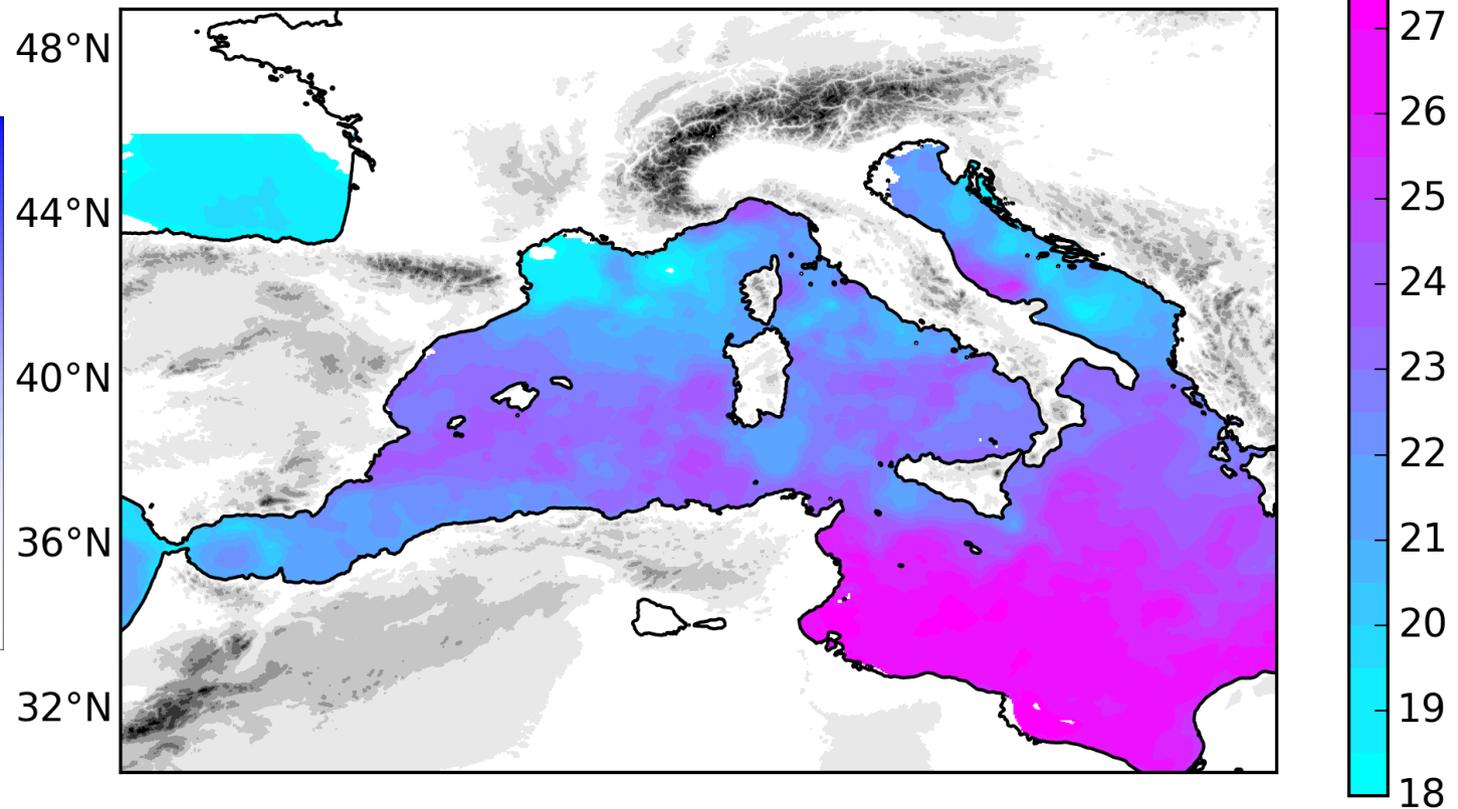
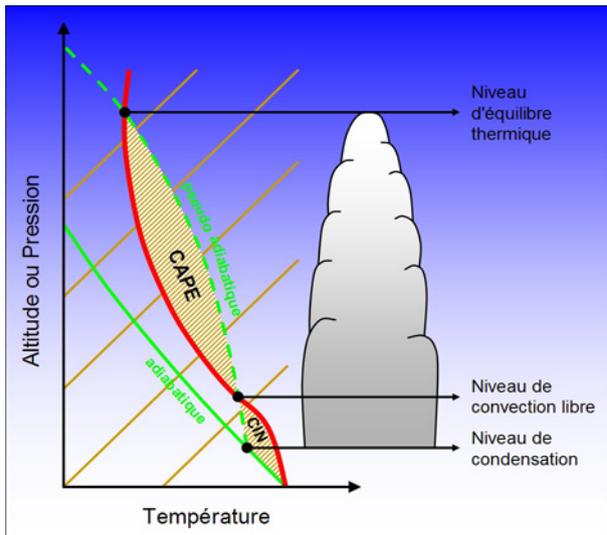


# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée



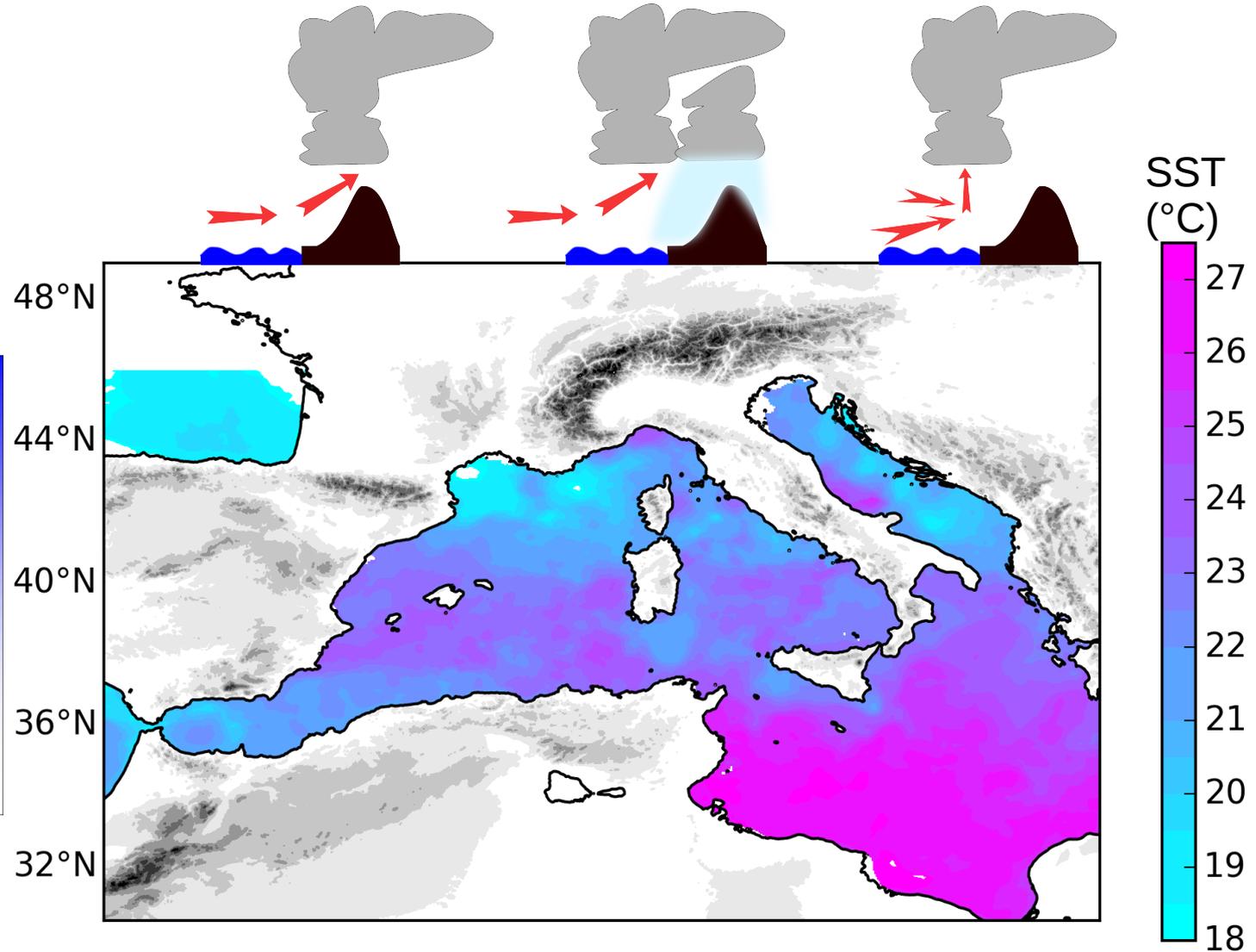
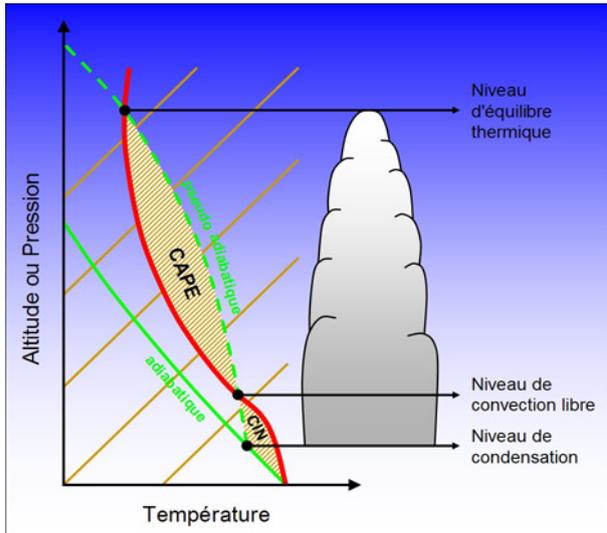
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante



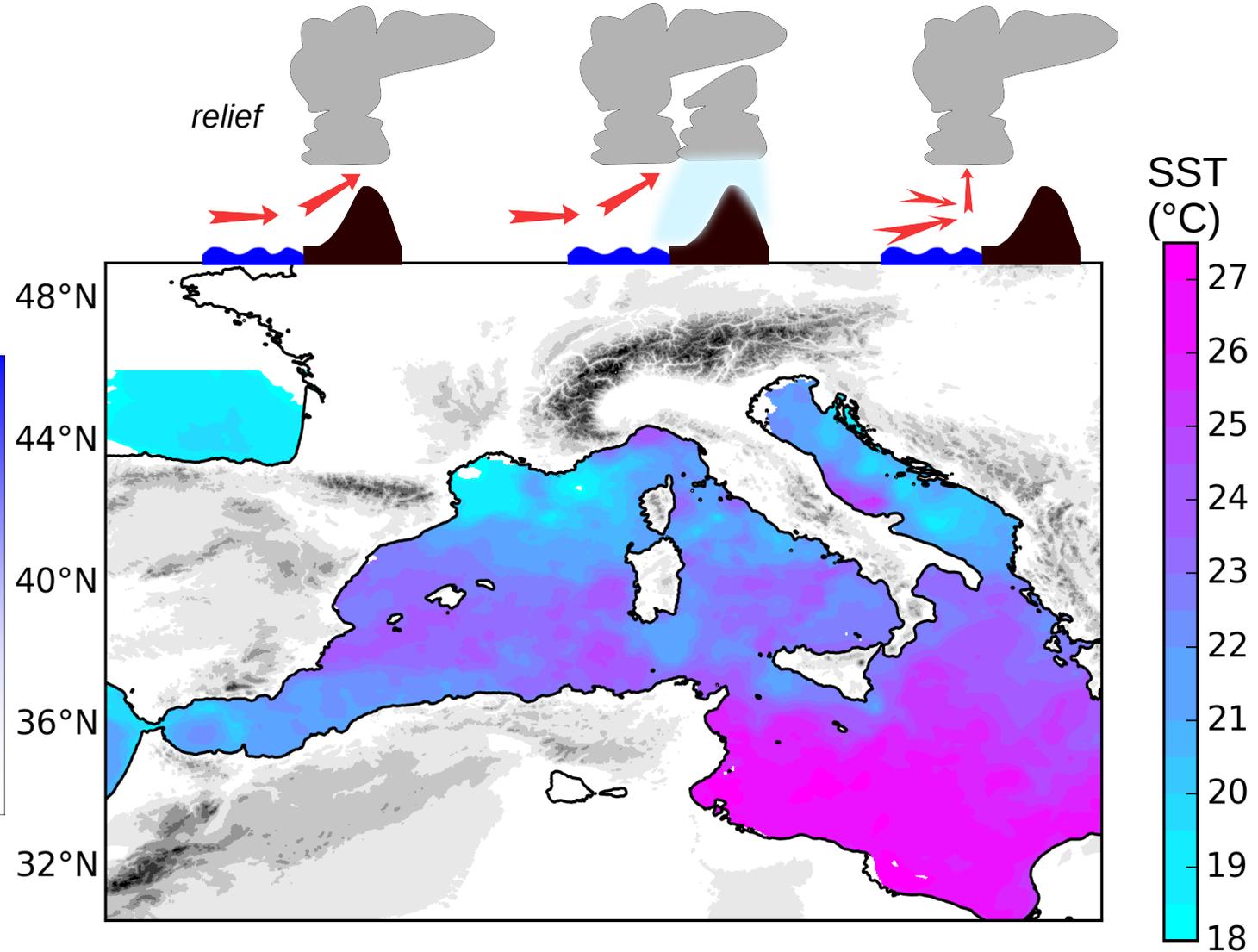
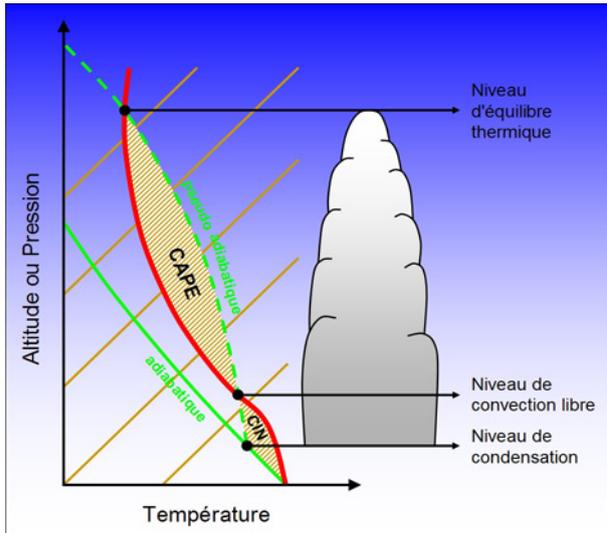
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant



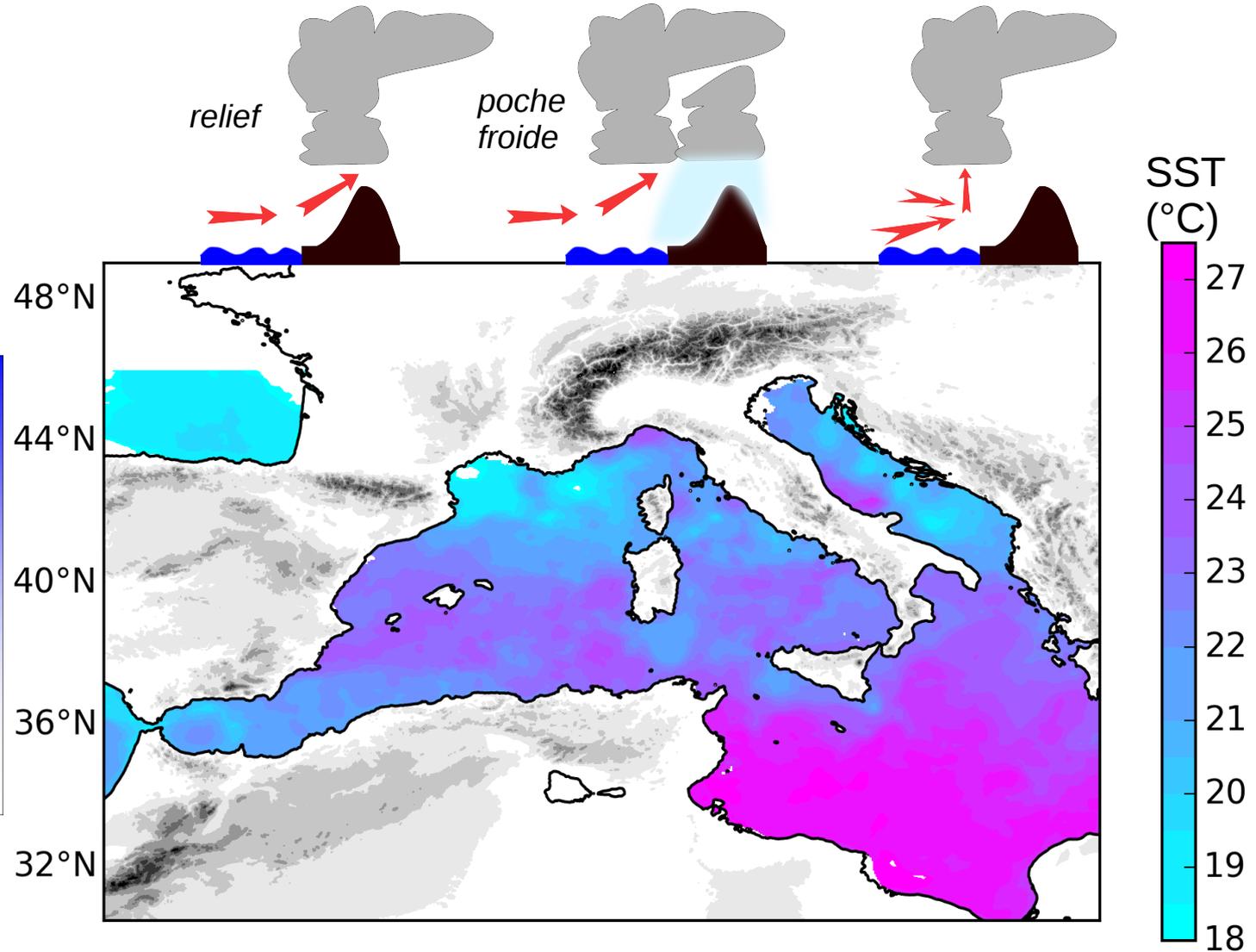
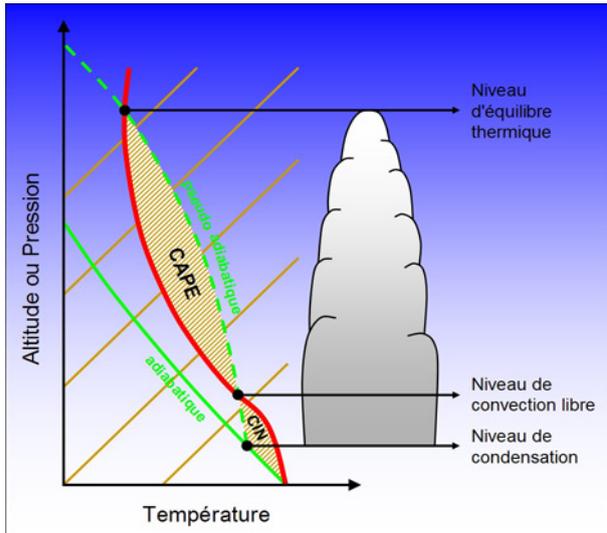
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant



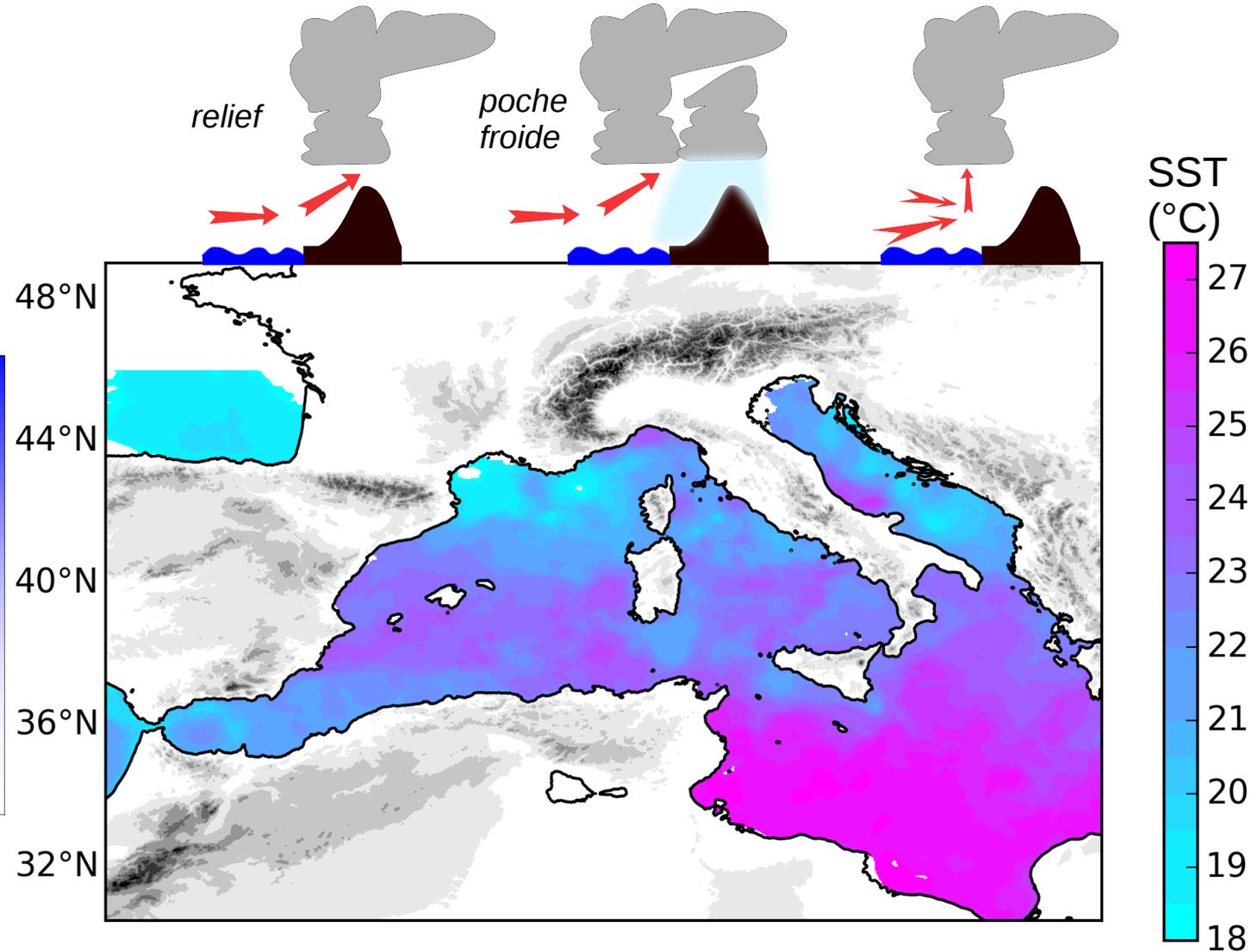
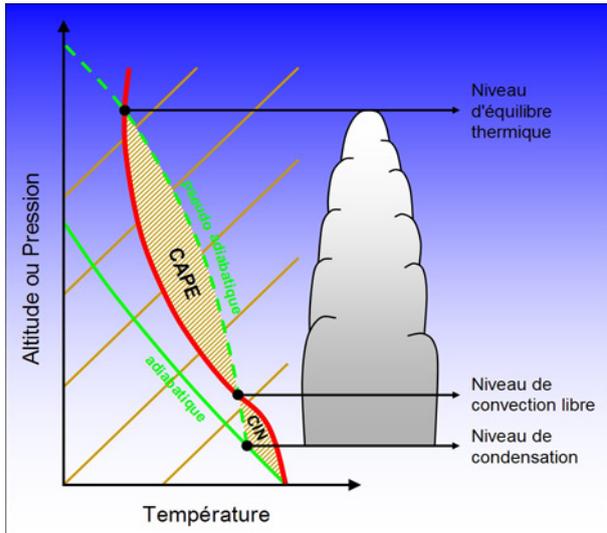
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant



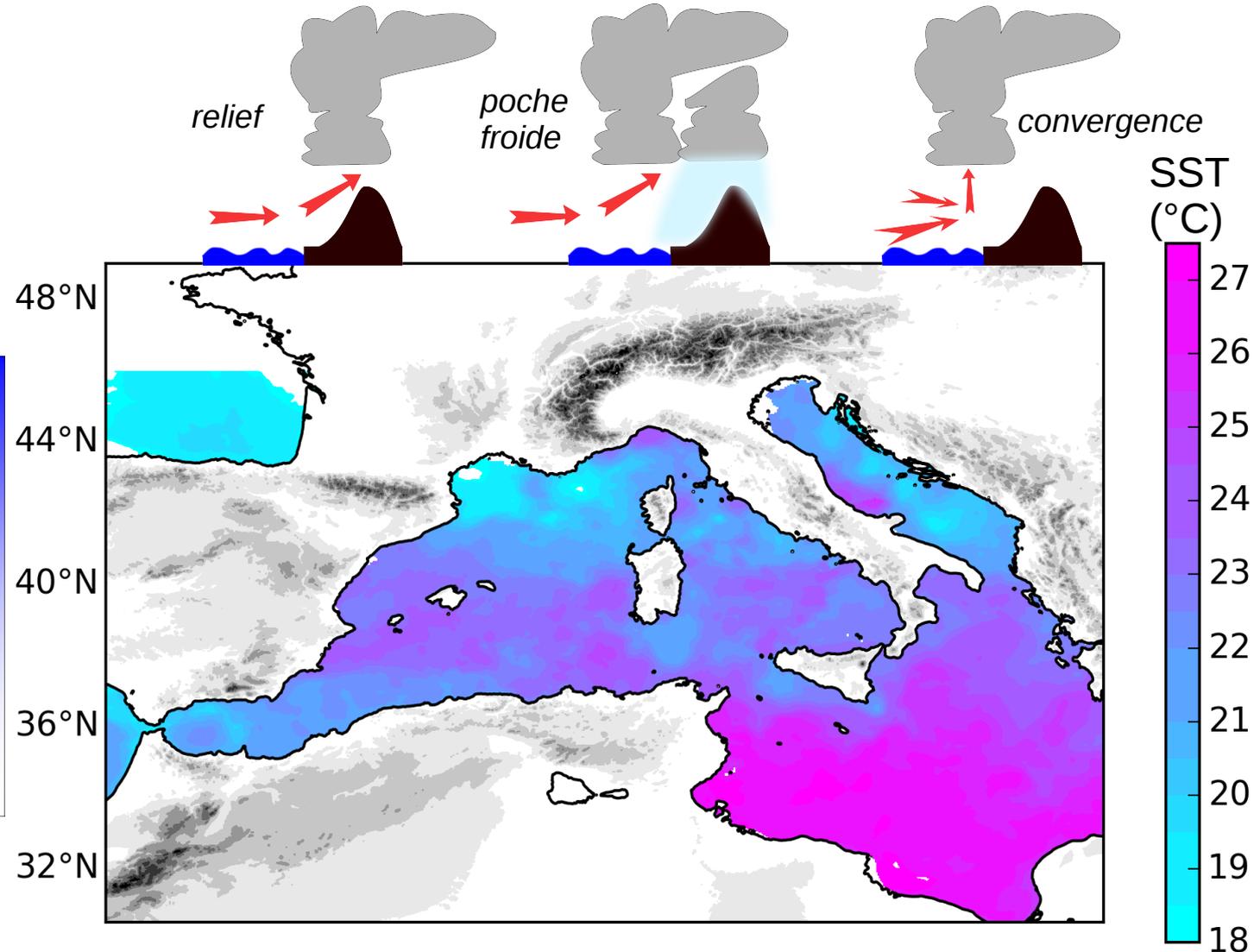
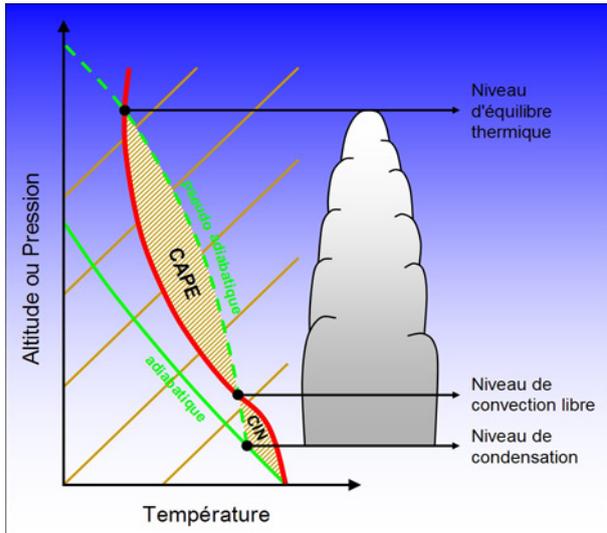
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant



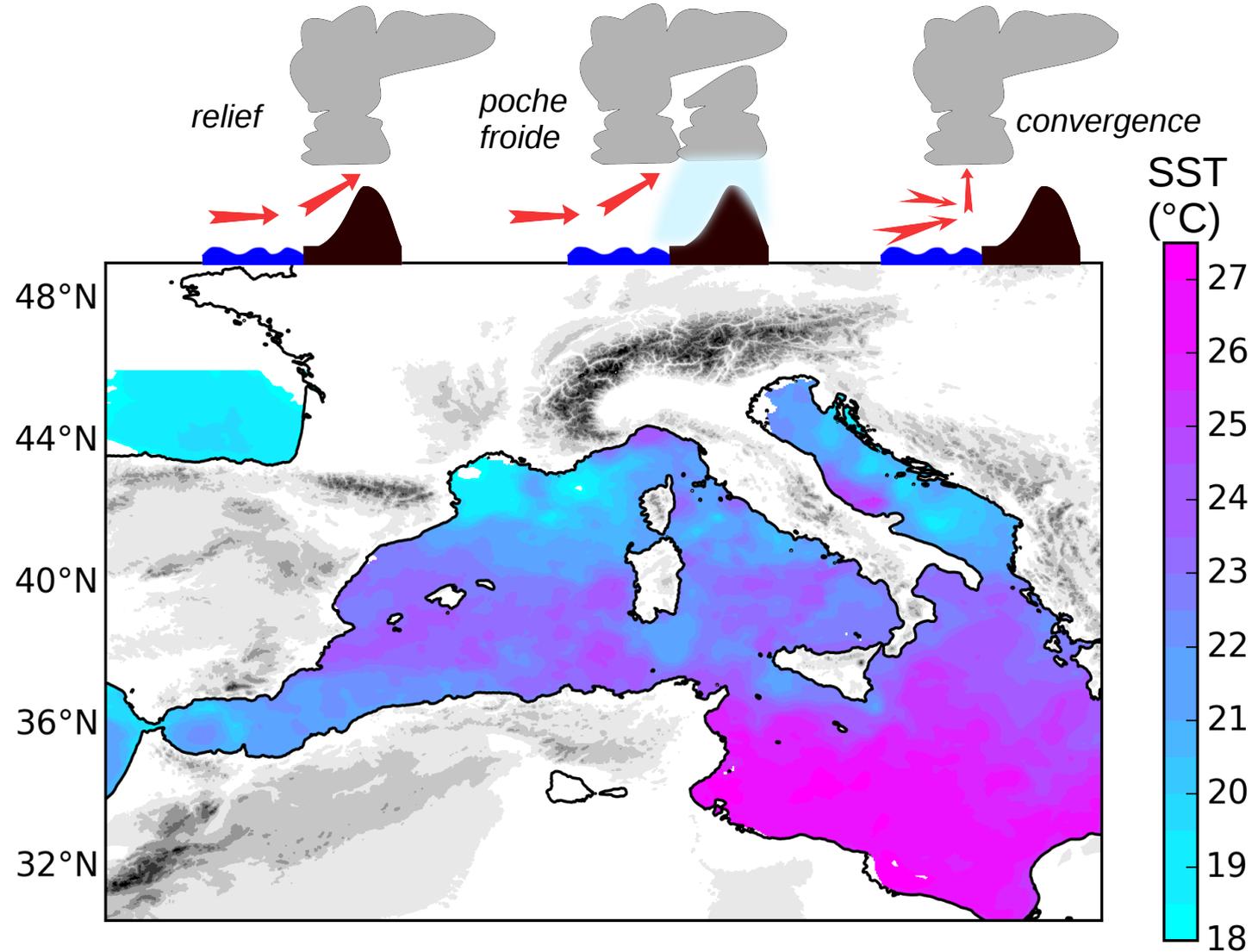
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant



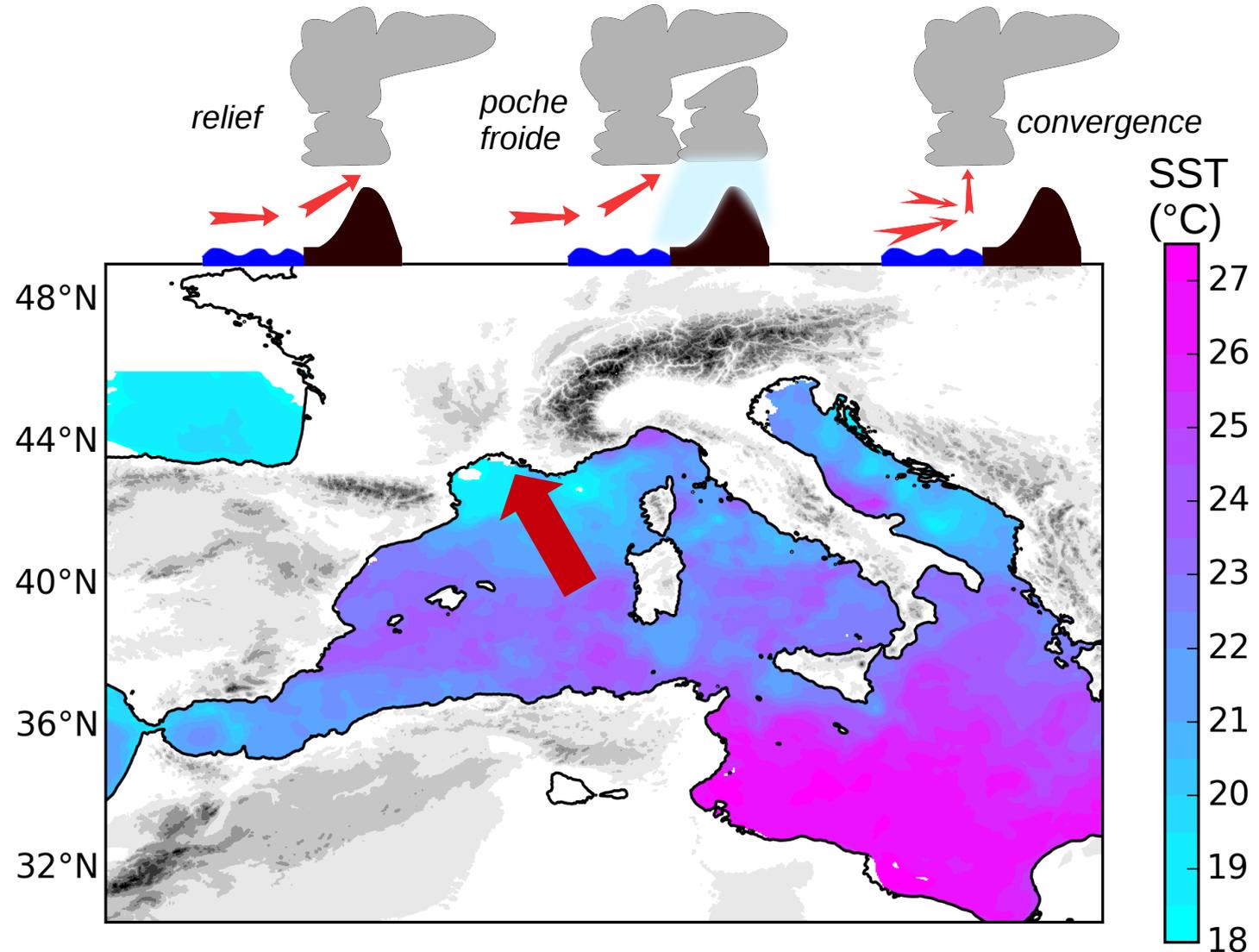
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant



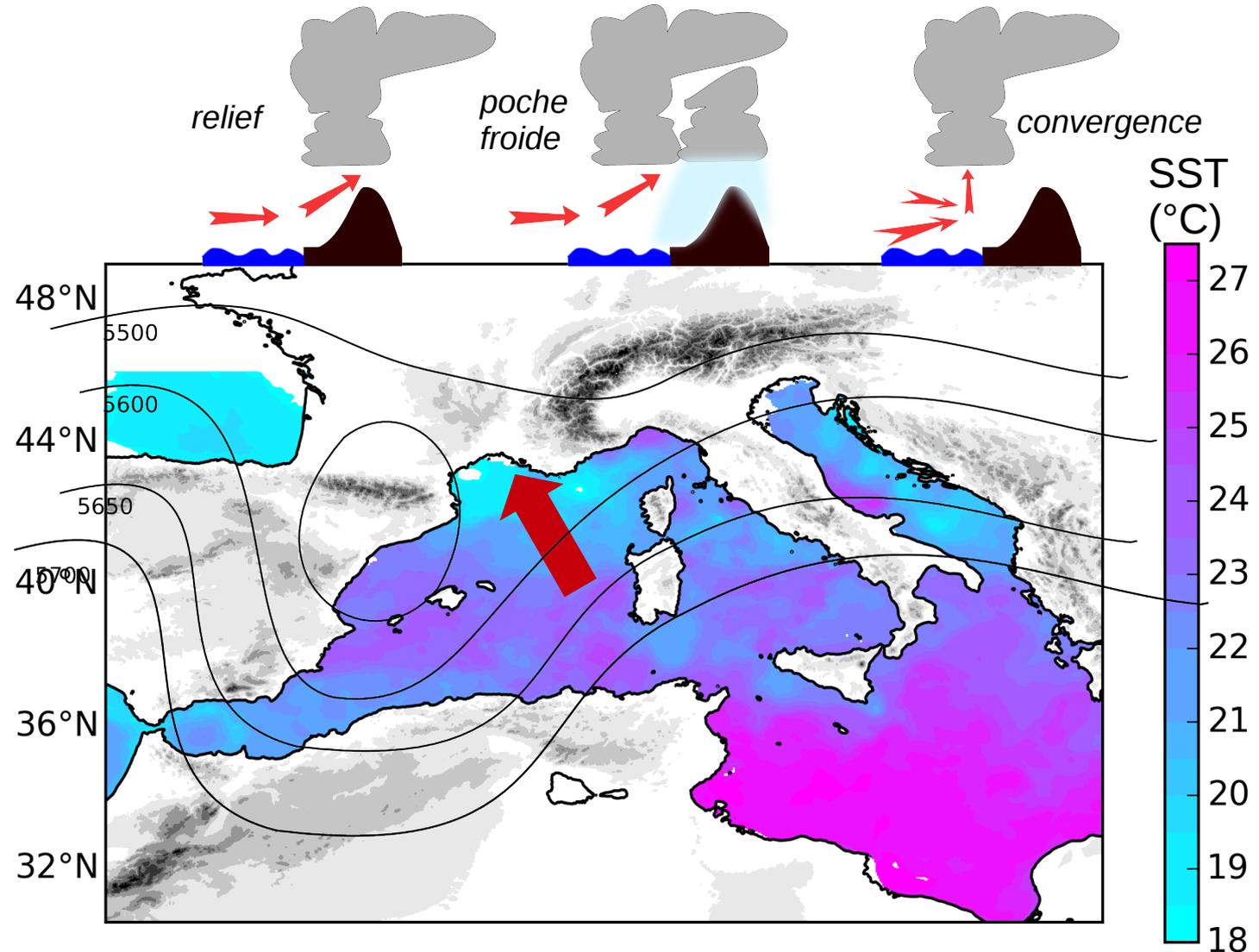
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant
- 3) Un approvisionnement en vapeur d'eau et chaleur dans les basses couches



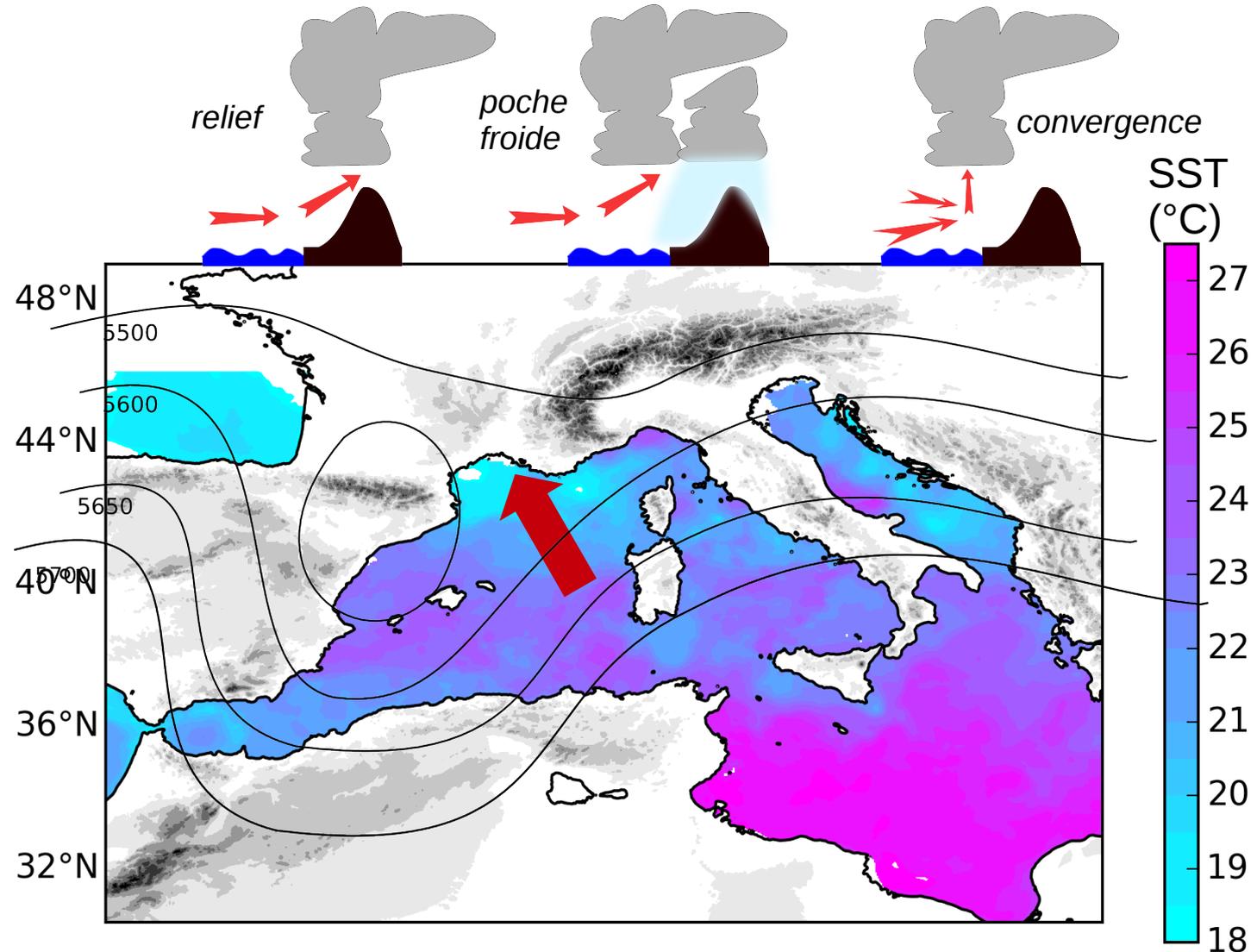
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant
- 3) Un approvisionnement en vapeur d'eau et chaleur dans les basses couches
- 4) Des conditions grande échelle favorables
- 5) Une évolution grande échelle lente



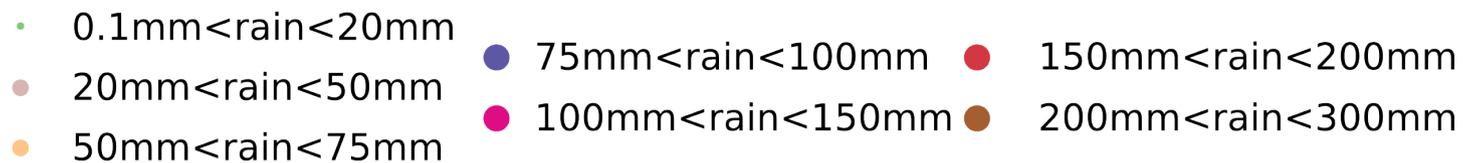
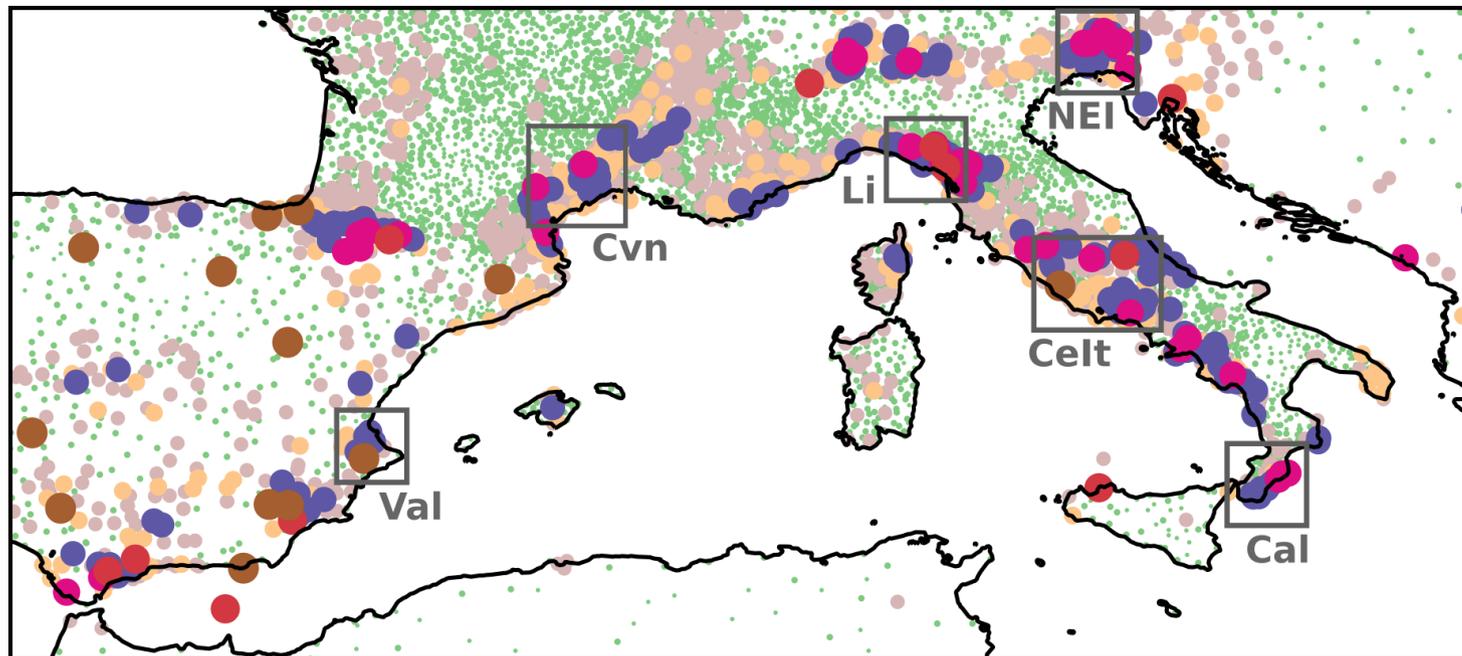
# Recettes des précipitations intenses en Méditerranée

- 1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante
- 2) Un facteur déclenchant
- 3) Un approvisionnement en vapeur d'eau et chaleur dans les basses couches
- 4) Des conditions grande échelle favorables
- 5) Une évolution grande échelle lente
- 6) Des facteurs locaux de stationnarité de l'orage (organisation de la convection)



# La campagne HyMeX, automne 2012

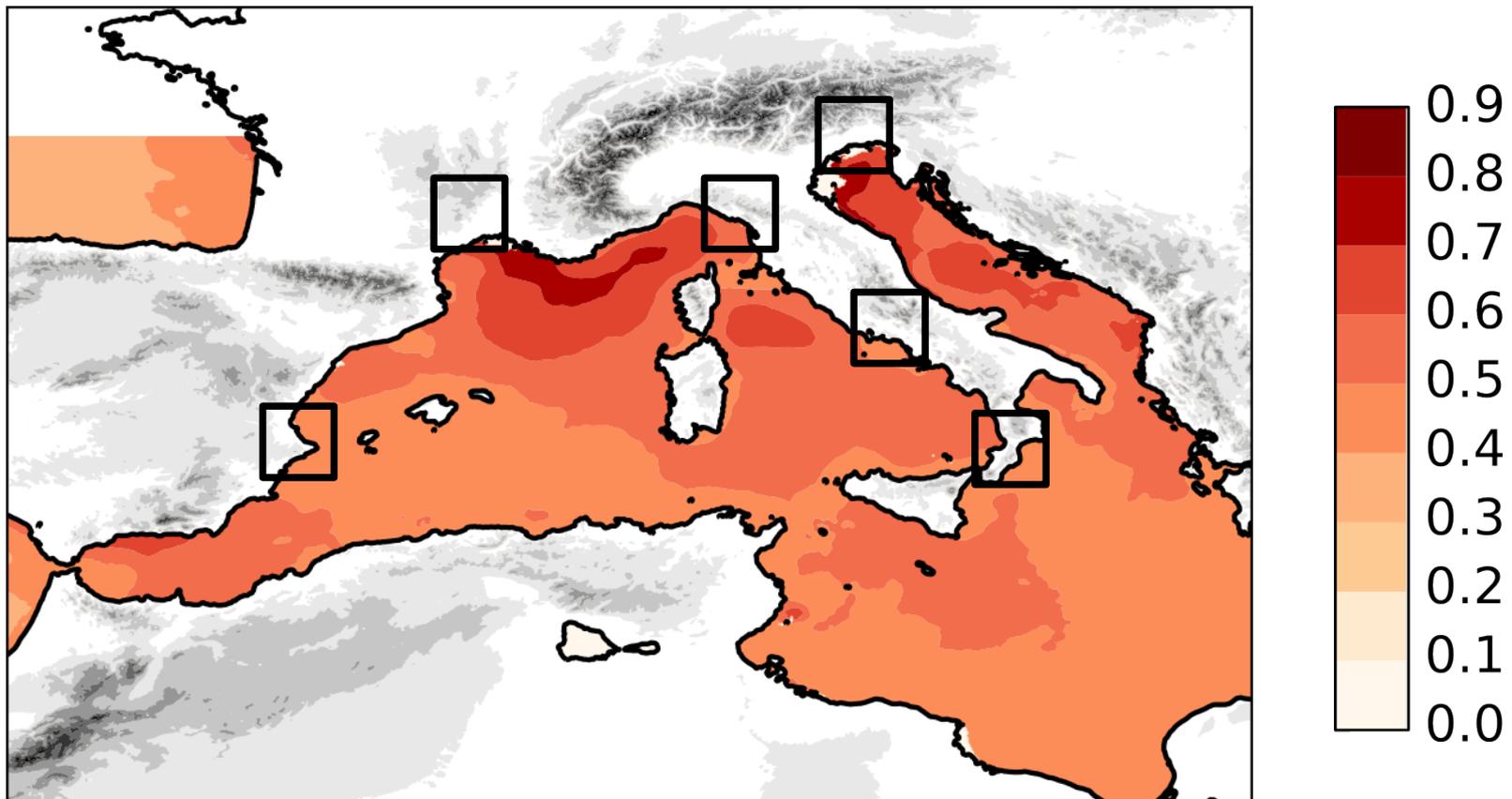
Maximum de pluie en automne 2012 pour chaque pluviomètre



Sélection des régions où les événements « HyMeX » ont eu lieu

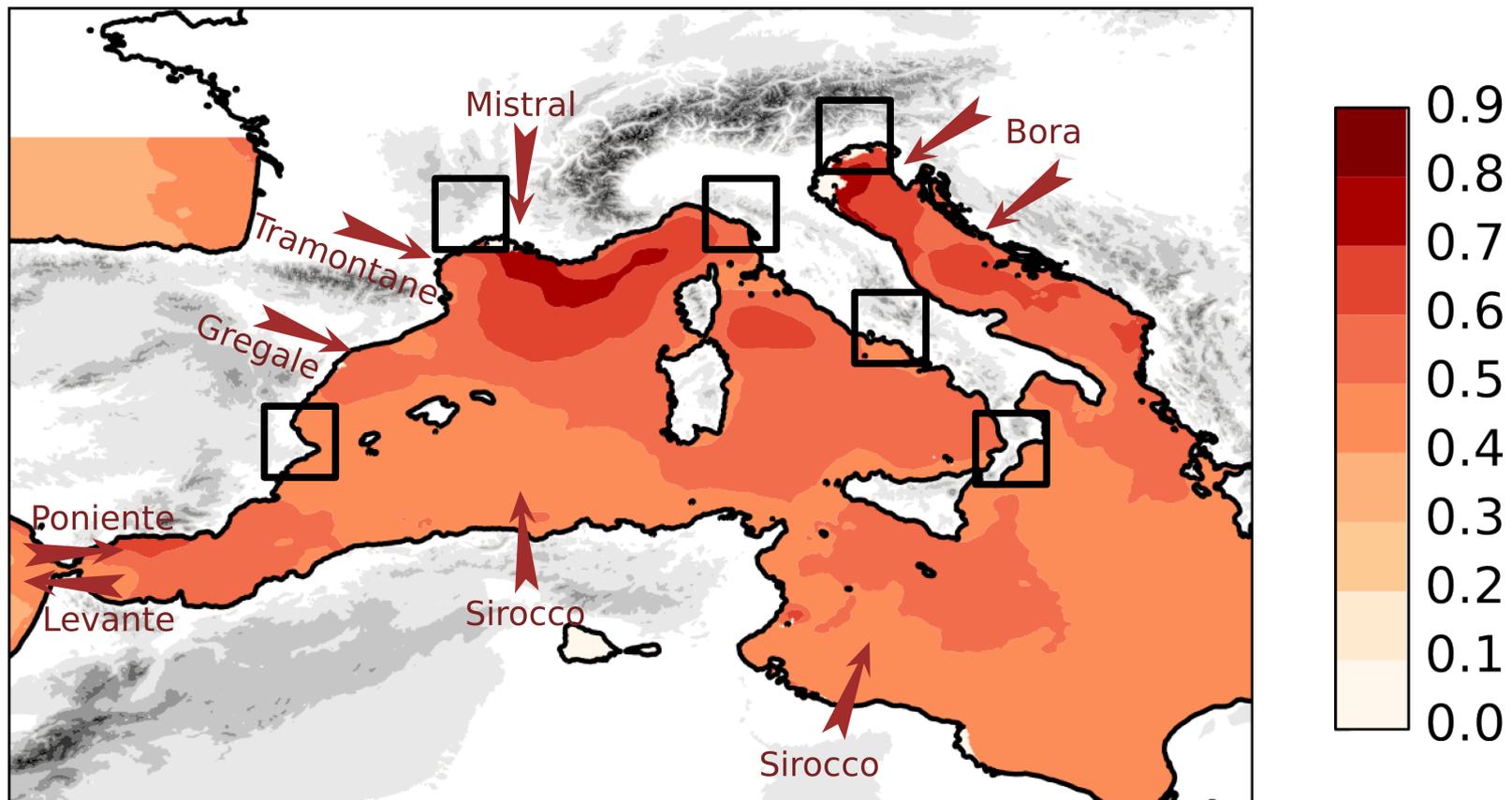
# La campagne HyMeX, automne 2012

Variabilité sous-mensuelle de la température de surface de la mer (SST)



# La campagne HyMeX, automne 2012

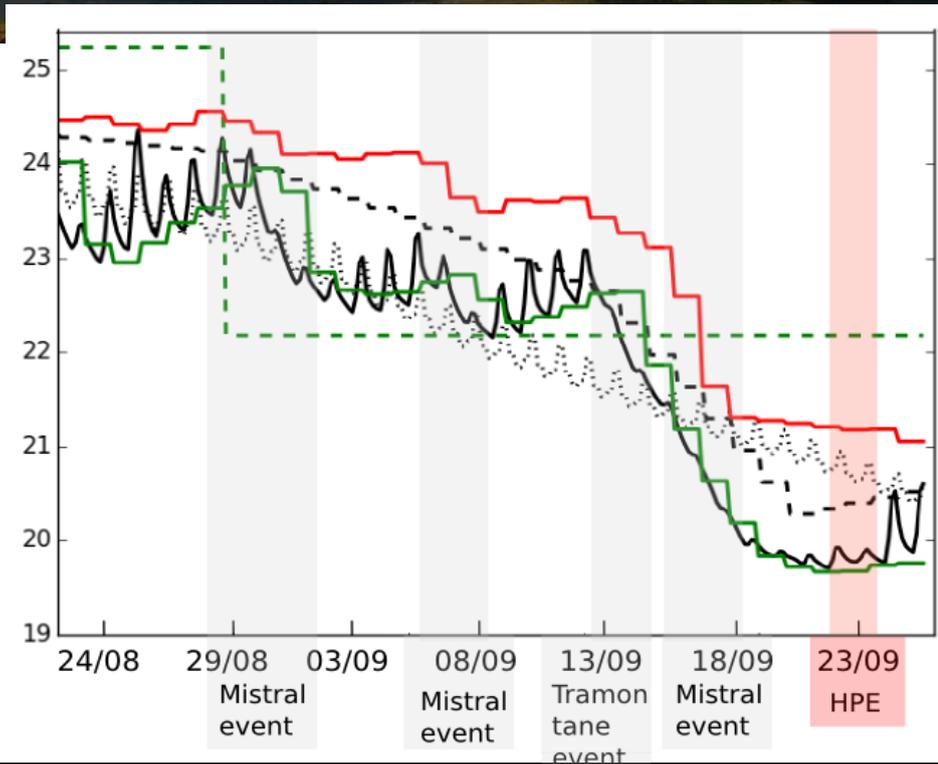
Variabilité sous-mensuelle de la température de surface de la mer (SST)



Les changements de SST ont-ils un impact sur les précipitations extrêmes ?

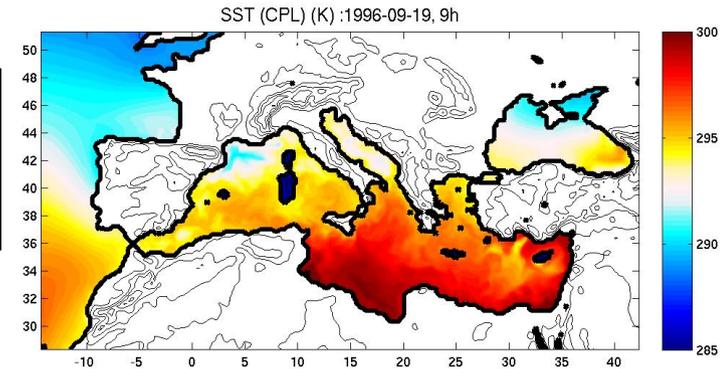


# Outils : la modélisation climatique régionale



5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :

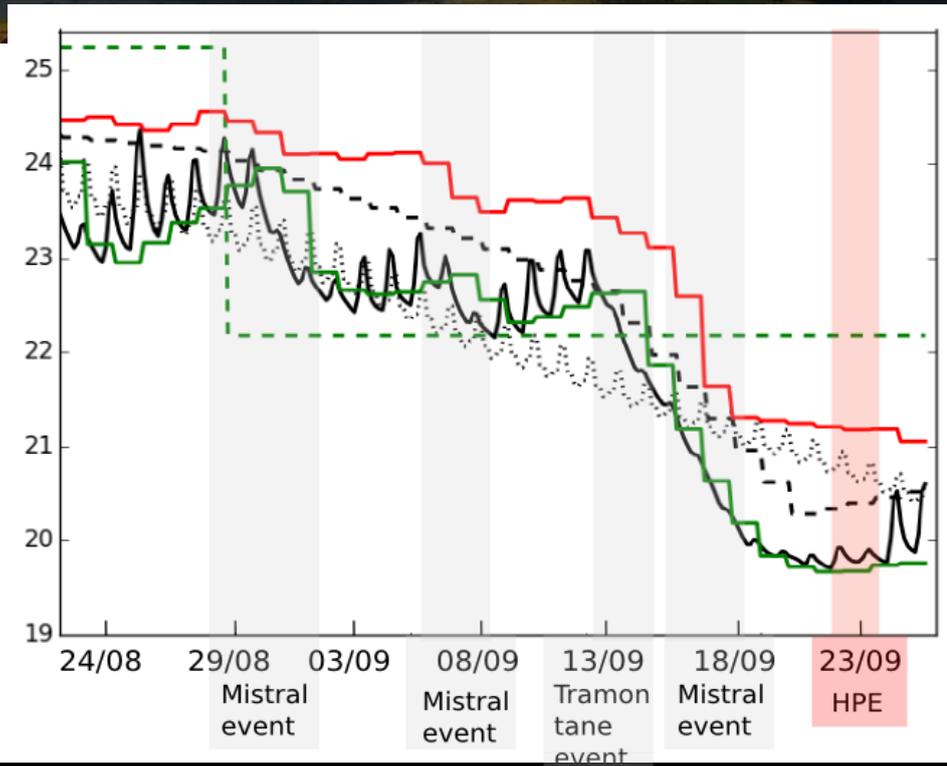
- CNR analysis
- ALADIN CPL
- - - ALADIN CTL
- WRF CPL
- - - WRF CTL
- ... WRF SMO



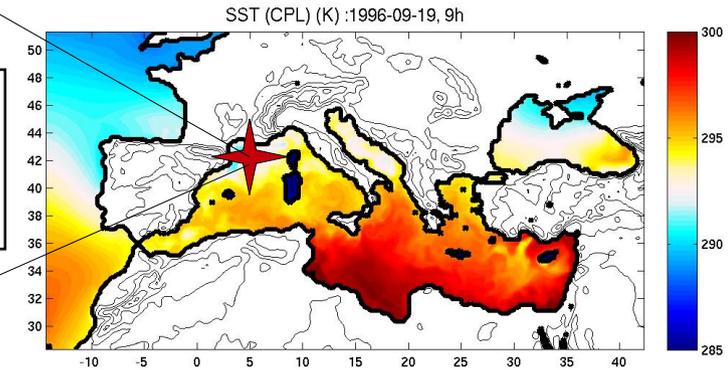
	Control simulation : CTL	Coupled simulation : CPL	Smoothed simulation SMO	Control simulation CTL	Coupled simulation CPL
Atmospheric model	WRF 20km	WRF 20km	WRF20km	ALADIN 5	ALADIN 50km
SST	ERA-interim		Smoothed SST from CPL	ERA-interim monthly	
Oceanic model		NEMO-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km

↔  
 Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel

# Outils : la modélisation climatique régionale



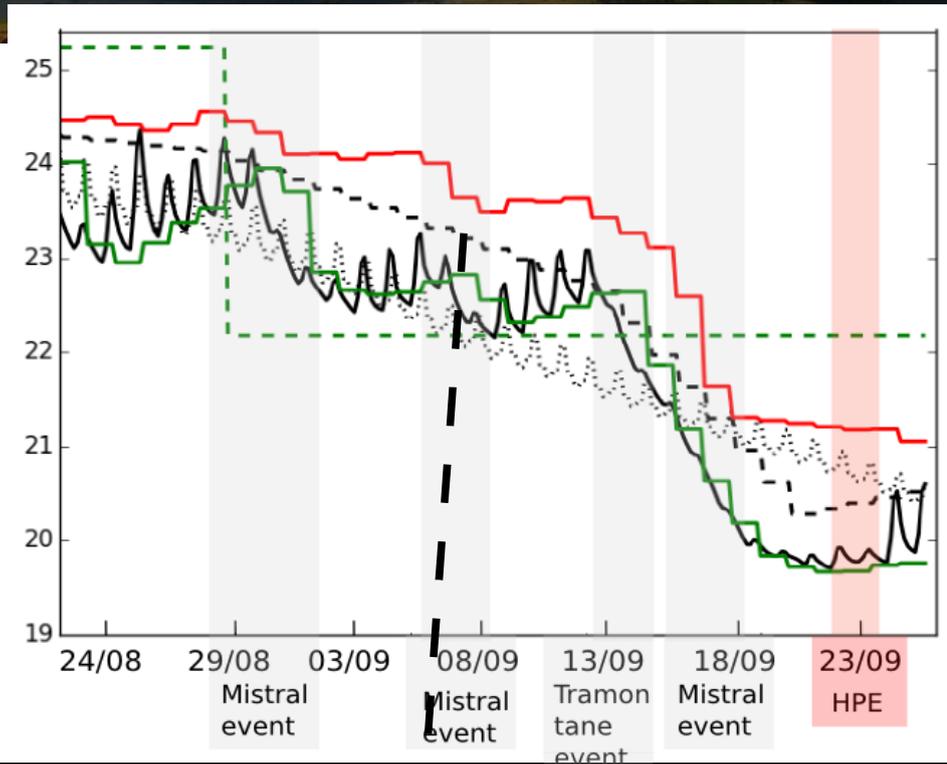
5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :



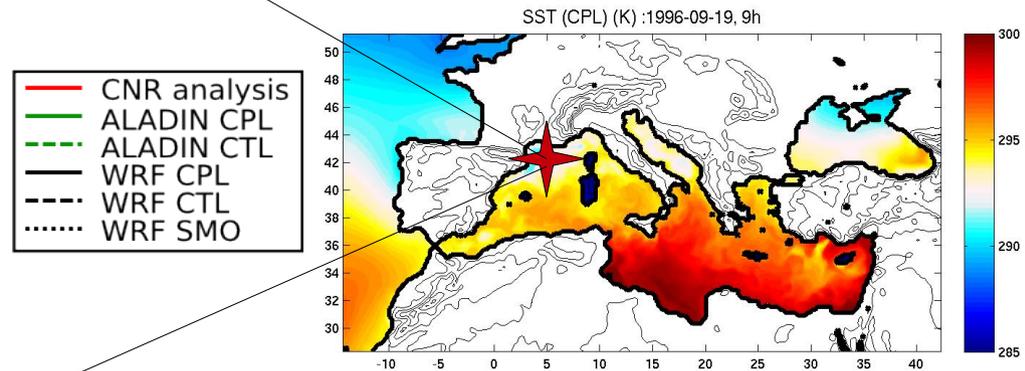
	Control simulation : <b>CTL</b>	Coupled simulation : <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>
Atmospheric model	WRF 20km	WRF 20km	WRF20km	ALADIN 5	ALADIN 50km
SST	ERA-interim		Smoothed SST from CPL	ERA-interim monthly	
Oceanic model		NEMO-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km

↔  
 Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel

# Outils : la modélisation climatique régionale



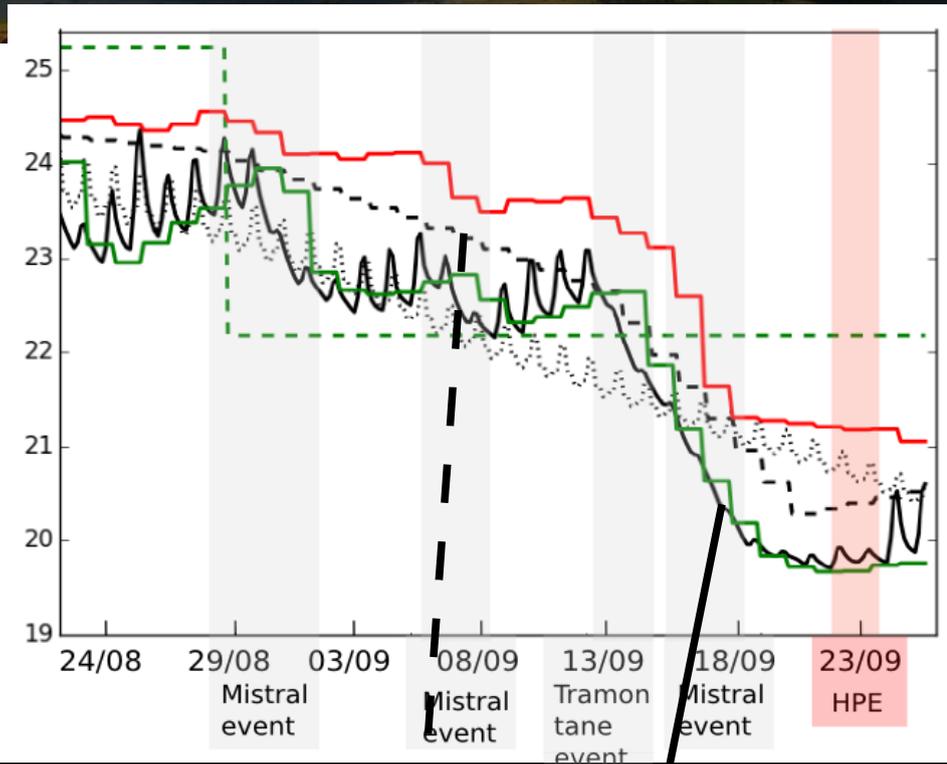
5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :



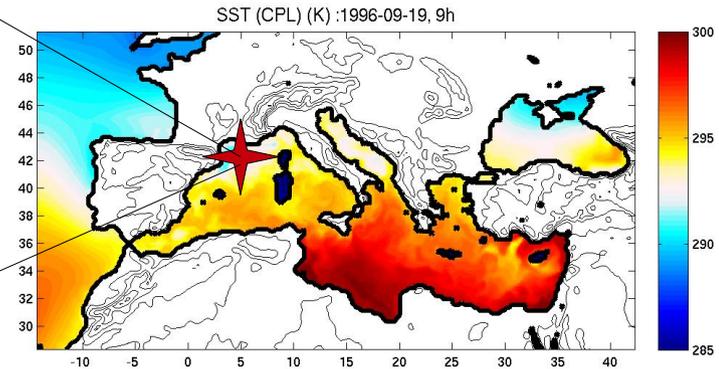
	Control simulation : <b>CTL</b>	Coupled simulation : <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>
Atmospheric model	WRF 20km	WRF 20km	WRF20km	ALADIN 5	ALADIN 50km
SST	ERA-interim		Smoothed SST from CPL	ERA-interim monthly	
Oceanic model		NEMO-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km

↔  
 Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel

# Outils : la modélisation climatique régionale



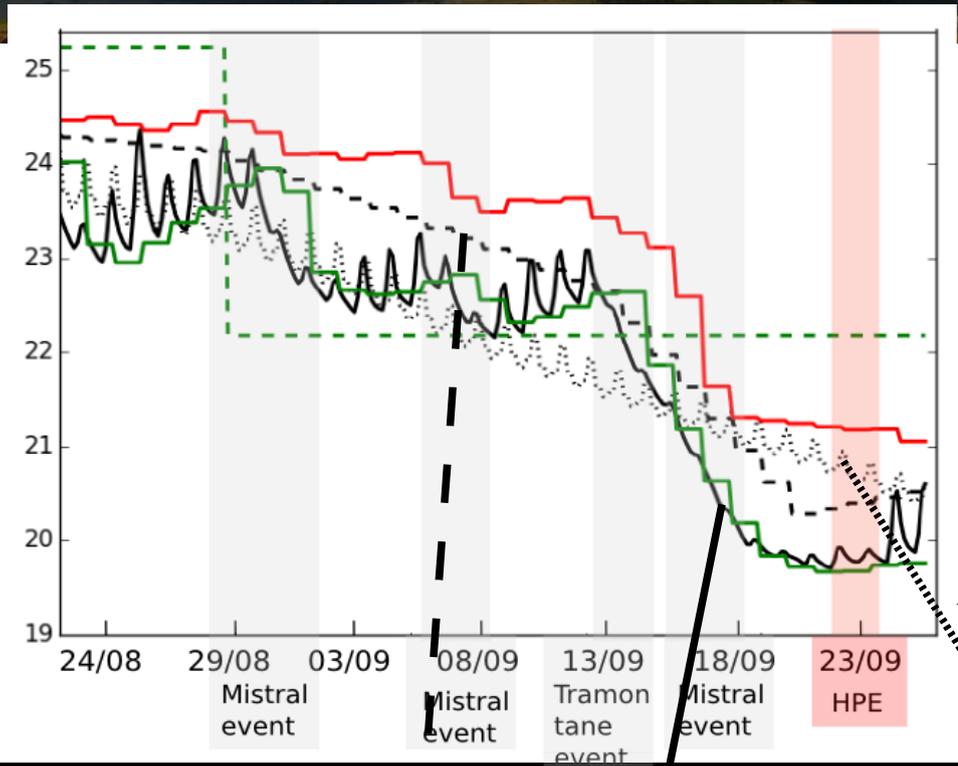
5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :



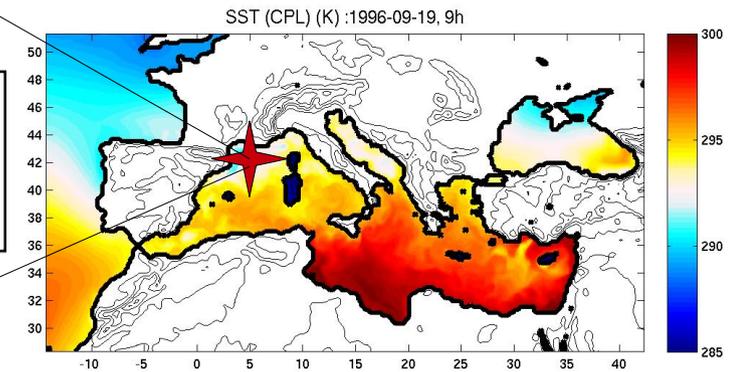
	Control simulation : <b>CTL</b>	Coupled simulation : <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>
Atmospheric model	WRF 20km	WRF 20km	WRF20km	ALADIN 5	ALADIN 50km
SST	ERA-interim		Smoothed SST from CPL	ERA-interim monthly	
Oceanic model		NEMO-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km

↔  
 Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel

# Outils : la modélisation climatique régionale



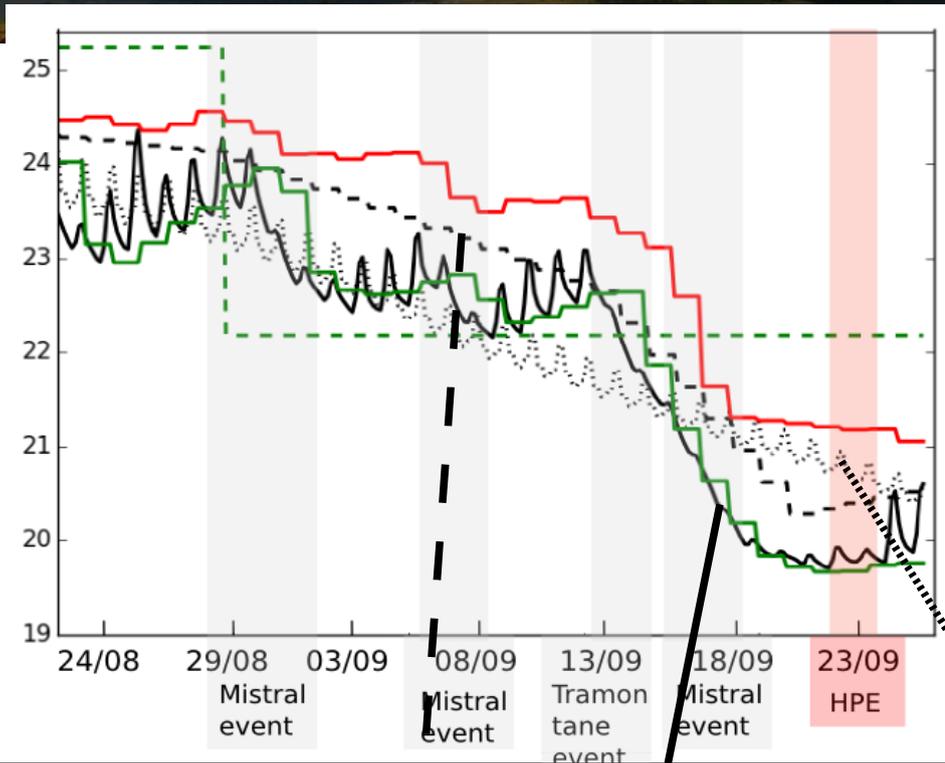
5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :



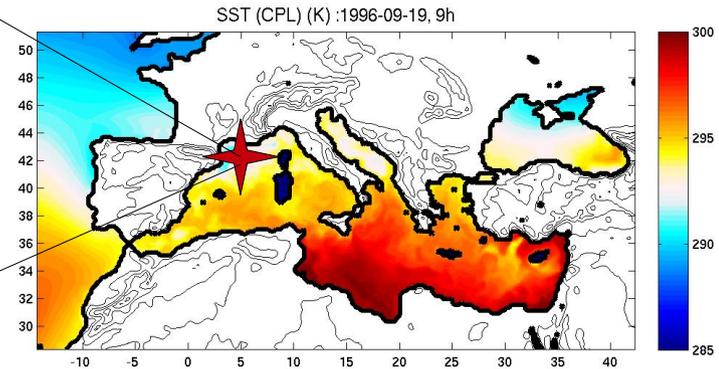
	Control simulation : <b>CTL</b>	Coupled simulation : <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>
Atmospheric model	WRF 20km	WRF 20km	WRF20km	ALADIN 5	ALADIN 50km
SST	ERA-interim		Smoothed SST from CPL	ERA-interim monthly	
Oceanic model		NEMO-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km

↔  
 Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel

# Outils : la modélisation climatique régionale



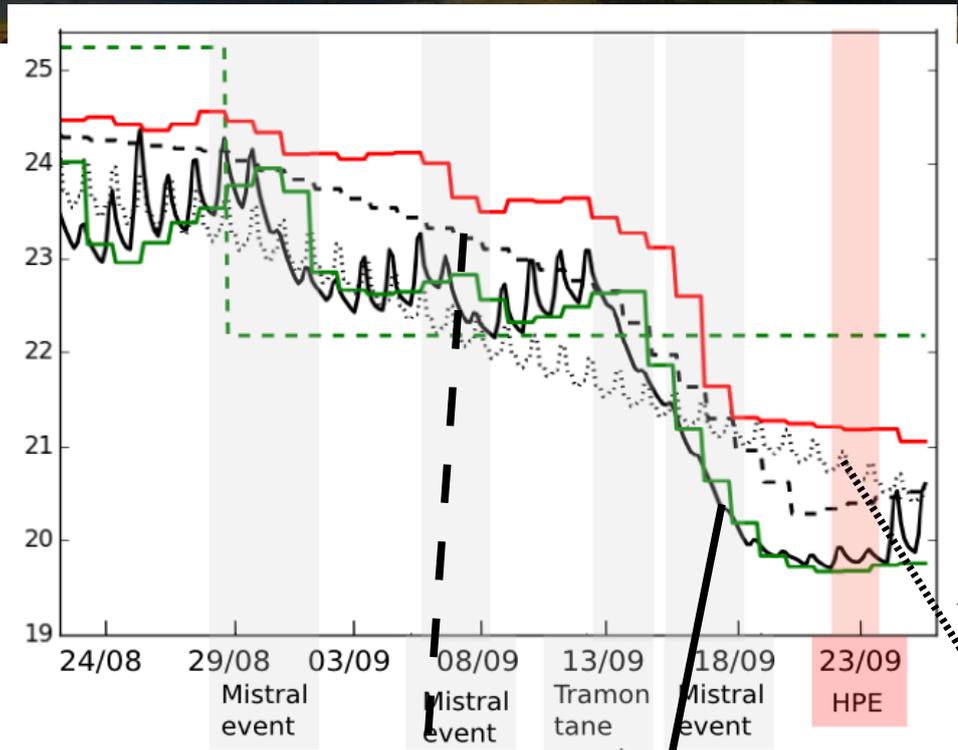
5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :



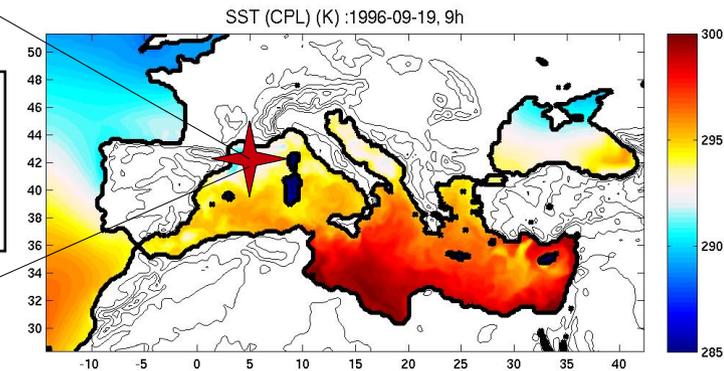
	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation : <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>
Atmospheric model	WRF 20km	WRF 20km	WRF20km	ALADIN 5km	ALADIN 5km
SST	ERA-int	ERA-int	Smoothed SST from CPL	ERA-int monthly n	ERA-int monthly n
Oceanic model		MEMO-MED12 6-7km			MEMO-MED 8 9-12km

↔ **Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel** ↔

# Outils : la modélisation climatique régionale

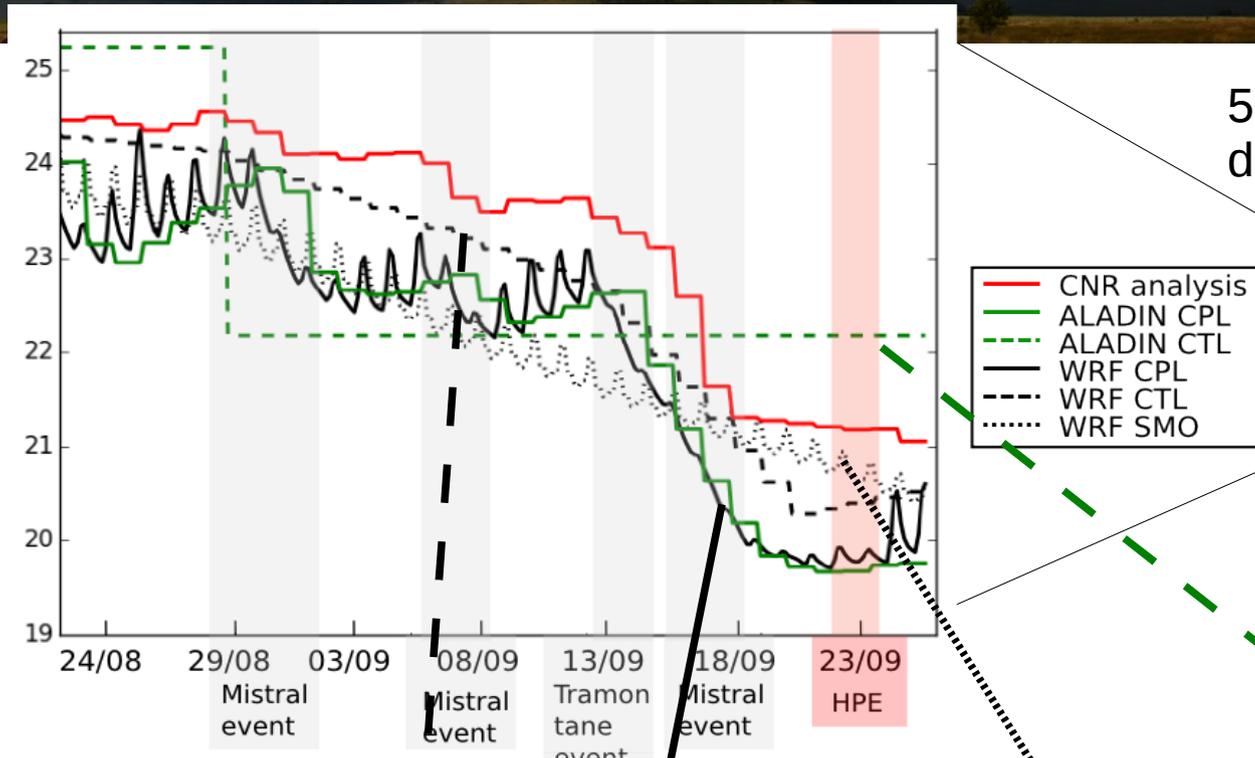


5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :

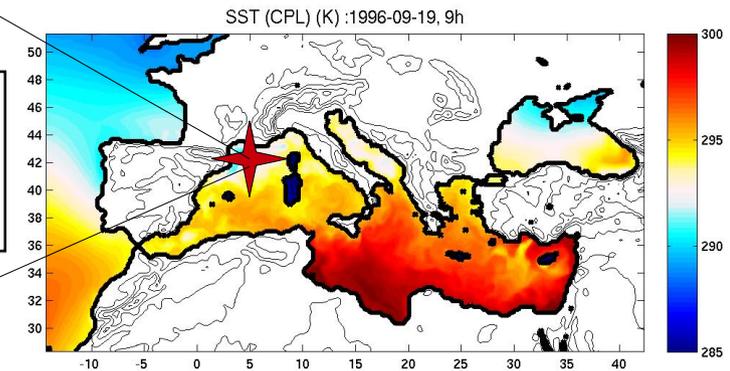


	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>	
	Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel		Couplage sous-mensuel (effet du mistral)		Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel	
Atmospheric model	WRF 20	WRF 20	WRF 20km	ALADIN 5	ALADIN 50km	
SST	ERA-int	ERA-int	smoothed from CPL	ERA-int monthly	ERA-int monthly	
Oceanic model		JEMC-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km	

# Outils : la modélisation climatique régionale

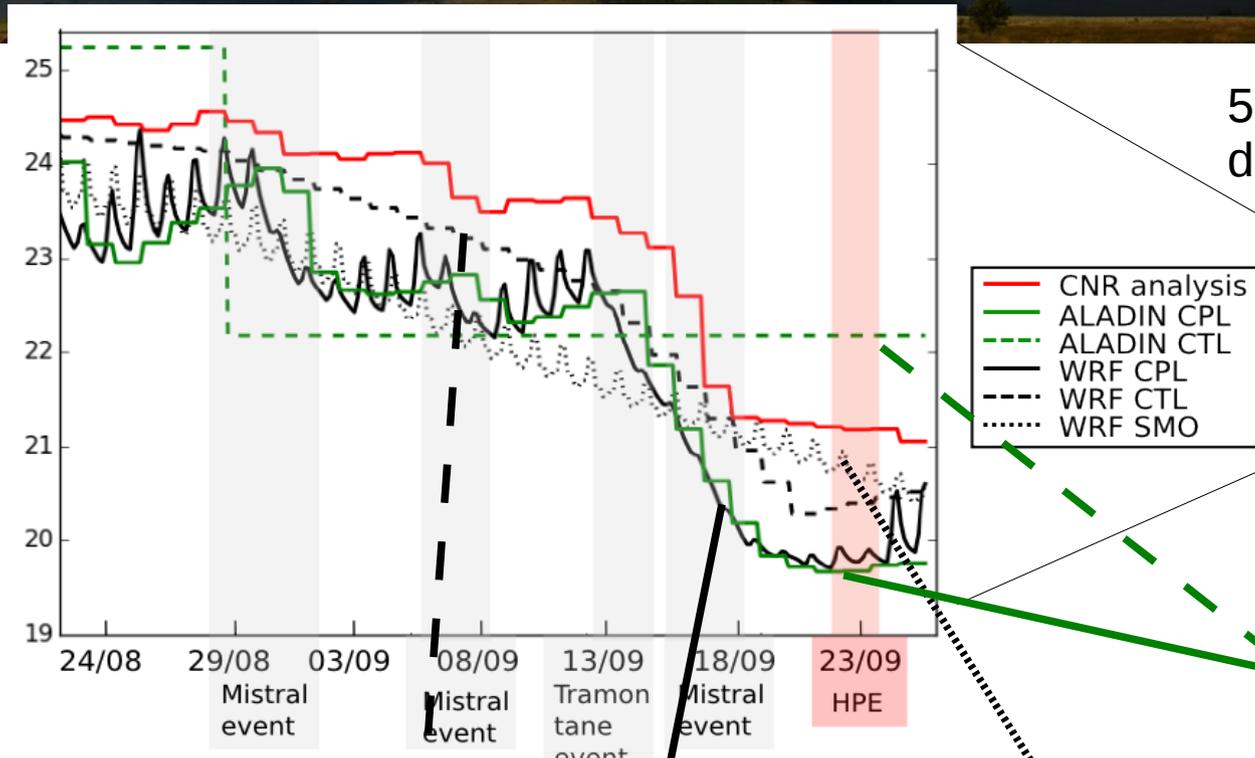


5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :

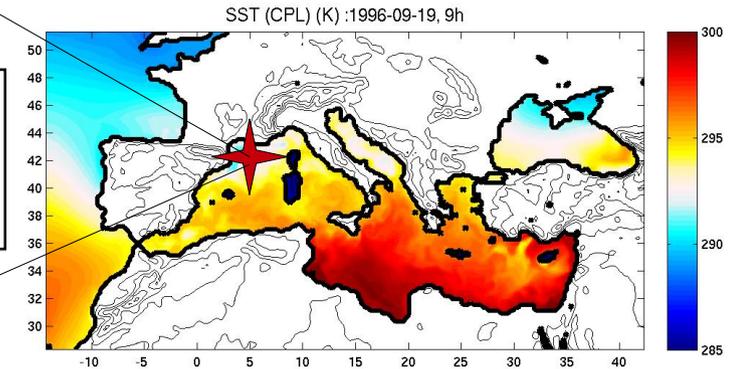


	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>	
	Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel		Couplage sous-mensuel (effet du mistral)		Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel	
Atmospheric model	WRF 20	WRF 20	WRF 20km	ALADIN 5	ALADIN 50km	
SST	ERA-int	ERA-int	smoothed from CPL	ERA-int monthly	ERA-int monthly	
Oceanic model		JEMC-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km	

# Outils : la modélisation climatique régionale



5 simulations climatiques régionales de 1989 à 2012 :



	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>	Smoothed simulation <b>SMO</b>	Control simulation <b>CTL</b>	Coupled simulation <b>CPL</b>	
	Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel		Couplage sous-mensuel (effet du mistral)		Bias du modèle couplé + couplage sous-mensuel	
Atmospheric model	WRF 20	WRF 20	WRF 20km	ALADIN 5	ALADIN 50km	
SST	ERA-int	ERA-int	smoothed from CPL	ERA-int monthly	ERA-int monthly	
Oceanic model		JEMC-MED12 6-7km			EMO-MED 8 9-12km	

# Évaluation de la modélisation climatique régionale

Seuils de précipitations utilisés pour sélectionner les 30 plus forts HPEs :

	Cévennes	Valencia	Calabria	Central Italy	Northeastern Italy	Liguria
ALADIN CPL analysis 50km	65mm 100mm	40mm 56mm	50mm not available	49mm not available	61mm 145mm	56mm 110mm
WRF CPL analysis 20km	115mm 150mm	83mm 78mm	100mm not available	89mm not available	98mm 160mm	90mm 140mm

# Évaluation de la modélisation climatique régionale

Seuils de précipitations utilisés pour sélectionner les 30 plus forts HPEs :

	Cévennes	Valencia	Calabria	Central Italy	Northeastern Italy	Liguria
ALADIN CPL	65mm	40mm	50mm	49mm	61mm	56mm
analysis 50km	100mm	56mm	not available	not available	145mm	110mm
WRF CPL	115mm	83mm	100mm	89mm	98mm	90mm
analysis 20km	150mm	78mm	not available	not available	160mm	140mm

Les modèles sous-estiment les maximum de précipitation

# Évaluation de la modélisation climatique régionale

Seuils de précipitations utilisés pour sélectionner les 30 plus forts HPEs :

	Cévennes	Valencia	Calabria	Central Italy	Northeastern Italy	Liguria
ALADIN CPL analysis 50km	65mm 100mm	40mm 56mm	50mm not available	49mm not available	61mm 145mm	56mm 110mm
WRF CPL analysis 20km	115mm 150mm	83mm 78mm	100mm not available	89mm not available	98mm 160mm	90mm 140mm

Les modèles sous-estiment les maximum de précipitation

Taux de réussite (Hit Rate) = nombre d'événement vus par le modèle et dans les observations  
/ nombre total d'événements observés

	Cévennes	Valencia	Calabria	Central Italy	Northeastern Italy	Liguria
WRFruc CPL	0.48	0.46	not available	not available	0.50	0.11
WRFruc CTL	0.44	0.48	not available	not available	0.44	0.13
ALADIN CPL	0.41	0.41	not available	not available	0.50	0.27
ALADIN CTL	0.47	0.42	not available	not available	0.41	0.19

# Évaluation de la modélisation climatique régionale

Seuils de précipitations utilisés pour sélectionner les 30 plus forts HPEs :

	Cévennes	Valencia	Calabria	Central Italy	Northeastern Italy	Liguria
ALADIN CPL analysis 50km	65mm 100mm	40mm 56mm	50mm not available	49mm not available	61mm 145mm	56mm 110mm
WRF CPL analysis 20km	115mm 150mm	83mm 78mm	100mm not available	89mm not available	98mm 160mm	90mm 140mm

Les modèles sous-estiment les maximum de précipitation

Taux de réussite (Hit Rate) = nombre d'événement vus par le modèle et dans les observations / nombre total d'événements observés

	Cévennes	Valencia	Calabria	Central Italy	Northeastern Italy	Liguria
WRFruc CPL	0.48	0.46	not available	not available	0.50	0.11
WRFruc CTL	0.44	0.48	not available	not available	0.44	0.13
ALADIN CPL	0.41	0.41	not available	not available	0.50	0.27
ALADIN CTL	0.47	0.42	not available	not available	0.41	0.19

Entre 40 et 50% des événements observés sont représentés. Sauf en Ligurie !

# 1. Cas d'étude : 19 septembre 1996

Berthou et al. 2014, QJRMS

## Effets des changements de SST

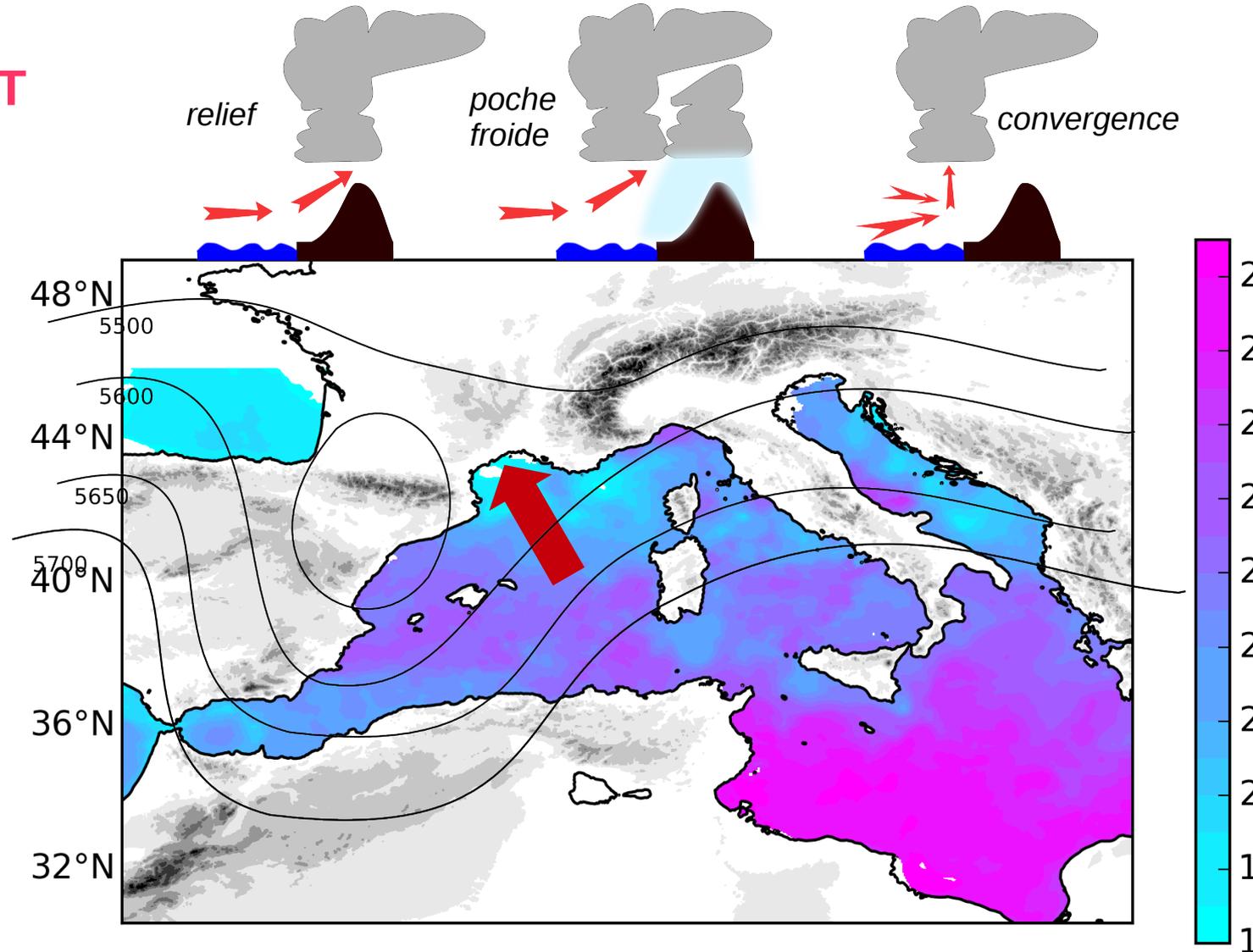
1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante

3) Un approvisionnement en vapeur d'eau et chaleur dans les basses couches

4) Des conditions grande échelle favorables

5) Une évolution grande échelle lente

6) Des facteurs locaux de stationnarité de l'orage (organisation de la convection)



# 1. Cas d'étude : 19 septembre 1996

Berthou et al. 2014, QJRMS

## Effets des changements de SST

1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante

### Impact sur la position du

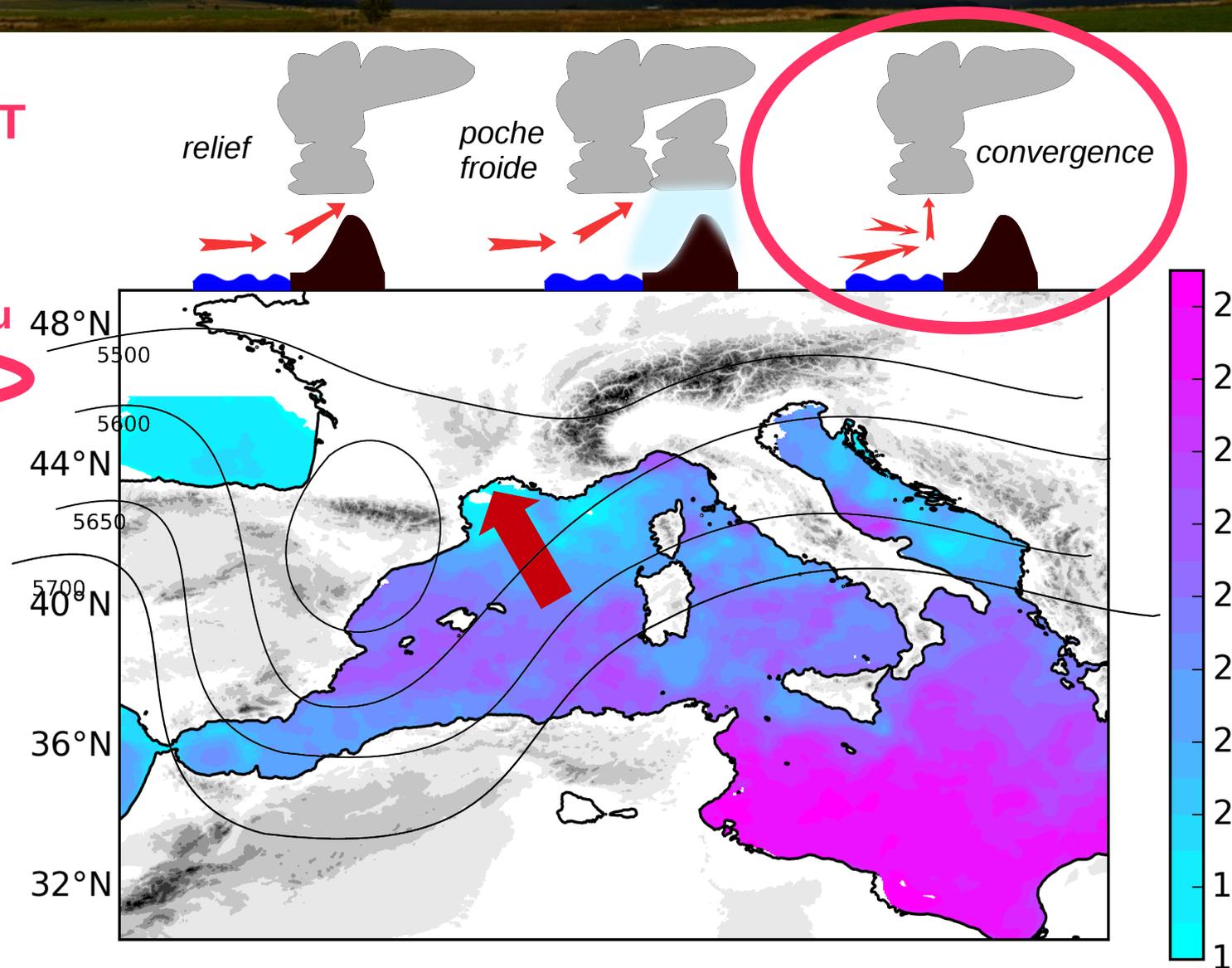
2) Un facteur déclenchant

3) Un approvisionnement en vapeur d'eau et chaleur dans les basses couches

4) Des conditions grande échelle favorables

5) Une évolution grande échelle lente

6) Des facteurs locaux de stationnarité de l'orage (organisation de la convection)



# 1. Cas d'étude : 19 septembre 1996

Berthou et al. 2014, QJRMS

## Effets des changements de SST

1) Un continent froid et une mer chaude = CAPE importante

Impact sur la position du

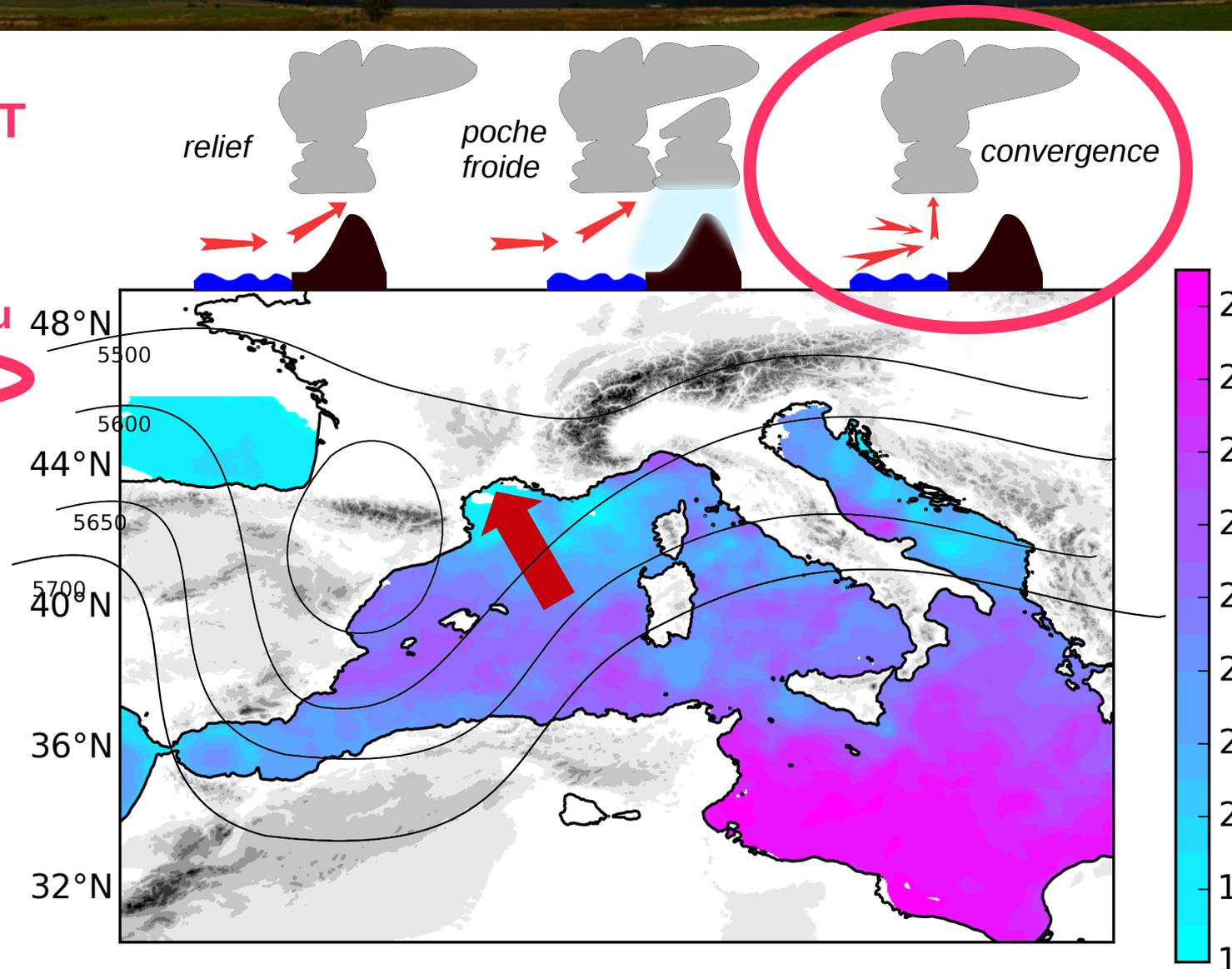
2) Un facteur déclenchant

3) Un approvisionnement en vapeur d'eau et chaleur dans les basses couches

4) Des conditions grande échelle favorables

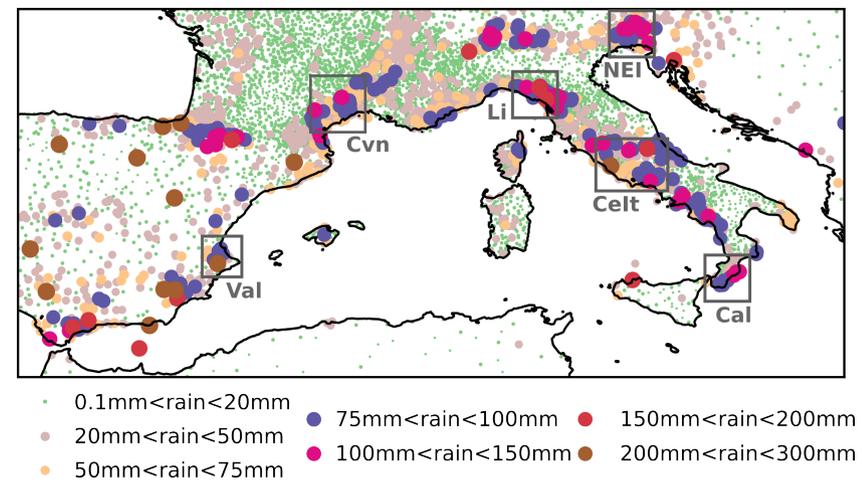
5) Une évolution grande échelle lente

6) Des facteurs locaux de stationnarité de l'orage (organisation de la convection)



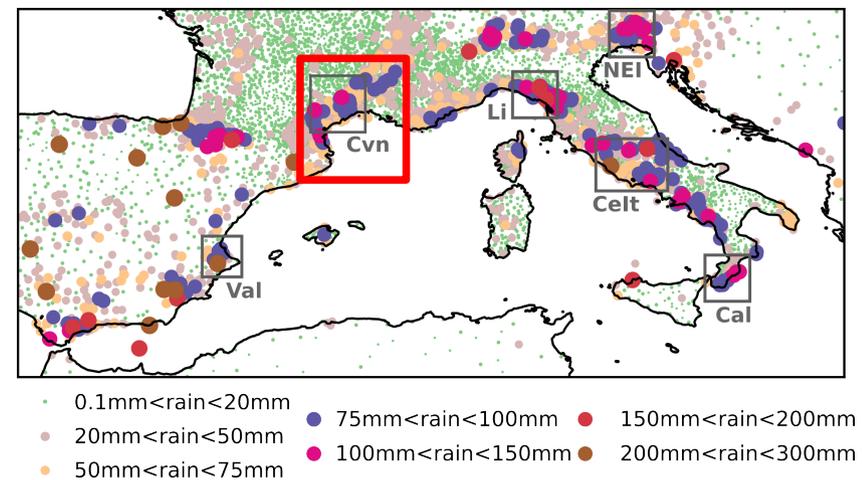
Diminution de la SST de 2°C = décalage des précipitations vers l'Est

## 2. Généralisation sur les Cévennes



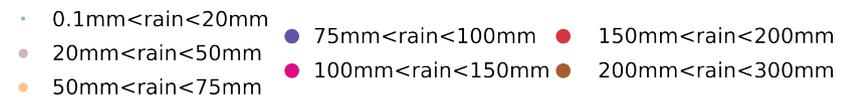
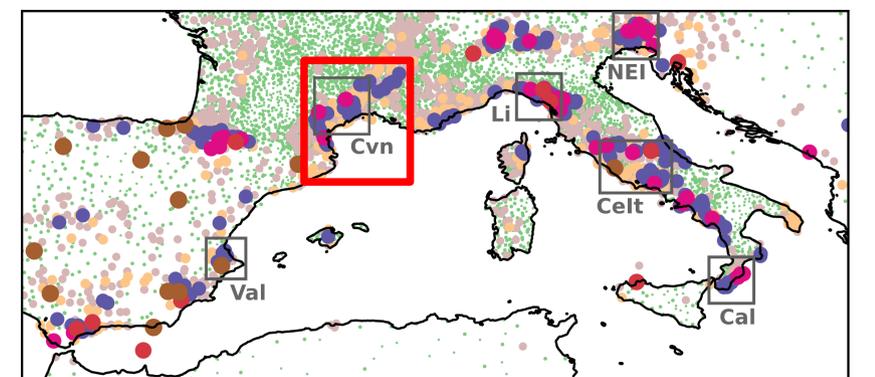
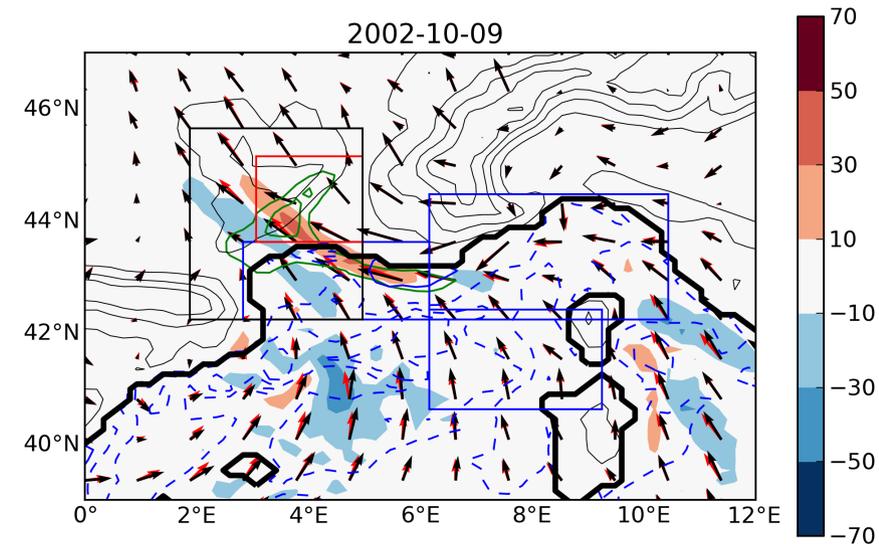
*Berthou et al., 2014 Tellus*

## 2. Généralisation sur les Cévennes



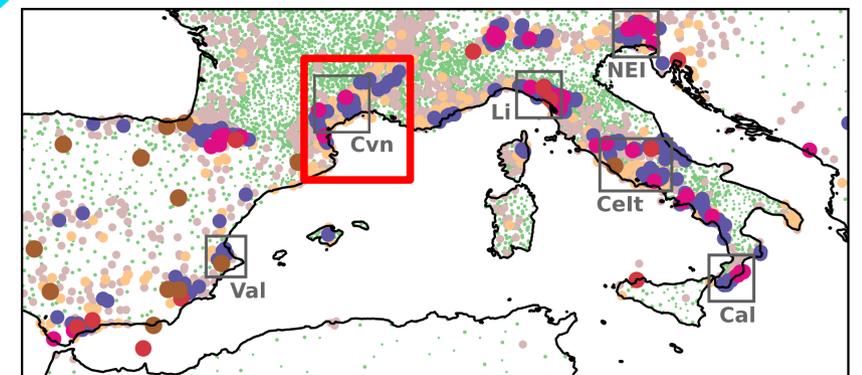
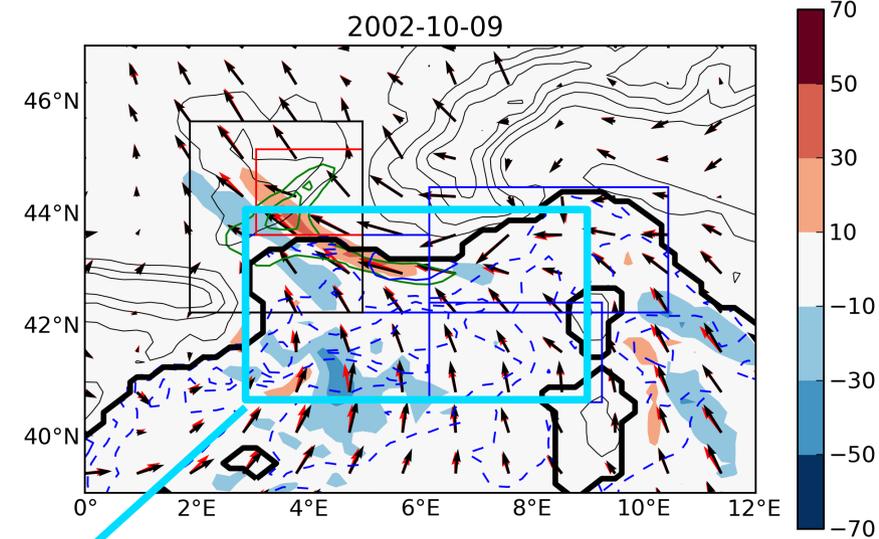
*Berthou et al., 2014 Tellus*

## 2. Généralisation sur les Cévennes



*Berthou et al., 2014 Tellus*

## 2. Généralisation sur les Cévennes

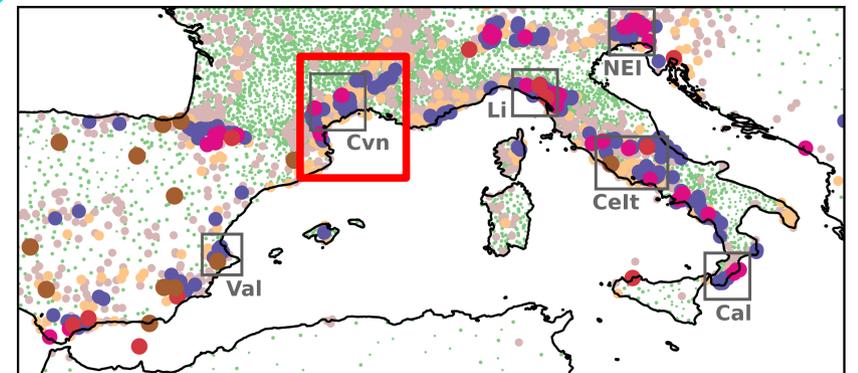
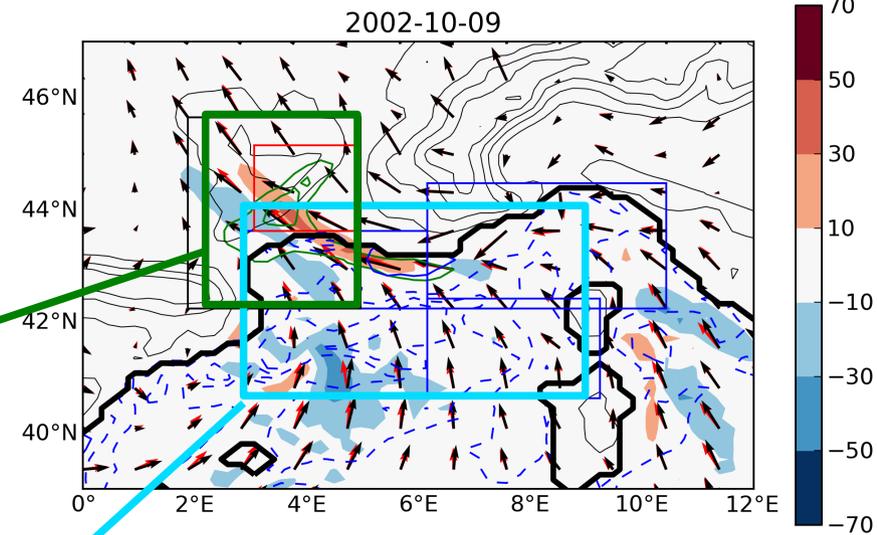


- 0.1mm < rain < 20mm
- 20mm < rain < 50mm
- 50mm < rain < 75mm
- 75mm < rain < 100mm
- 100mm < rain < 150mm
- 150mm < rain < 200mm
- 200mm < rain < 300mm

# 2. Généralisation sur les Cévennes

Irain

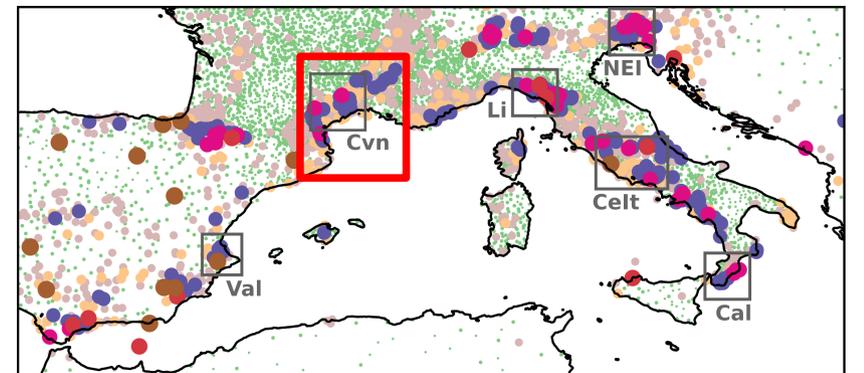
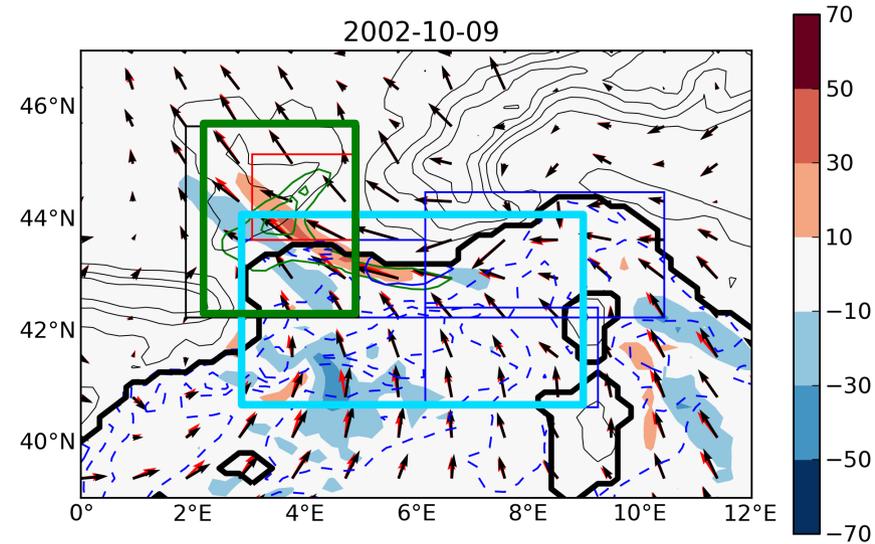
IPSS



- 0.1mm < rain < 20mm
- 20mm < rain < 50mm
- 50mm < rain < 75mm
- 75mm < rain < 100mm
- 100mm < rain < 150mm
- 150mm < rain < 200mm
- 200mm < rain < 300mm

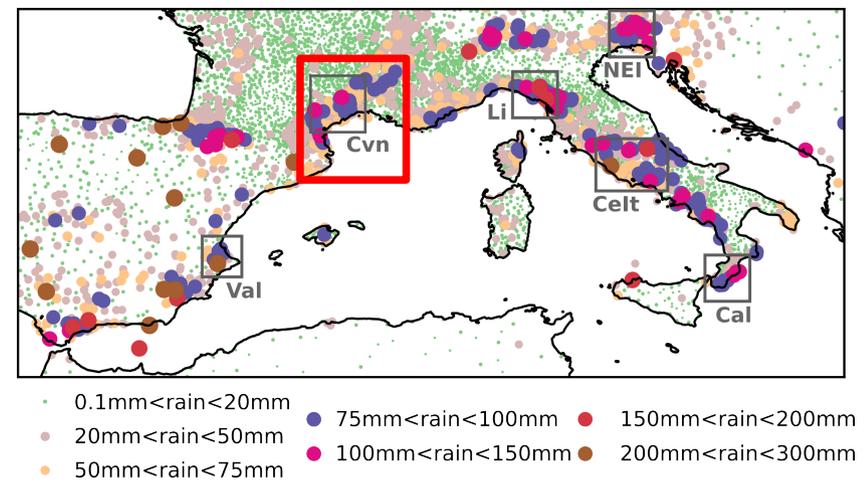
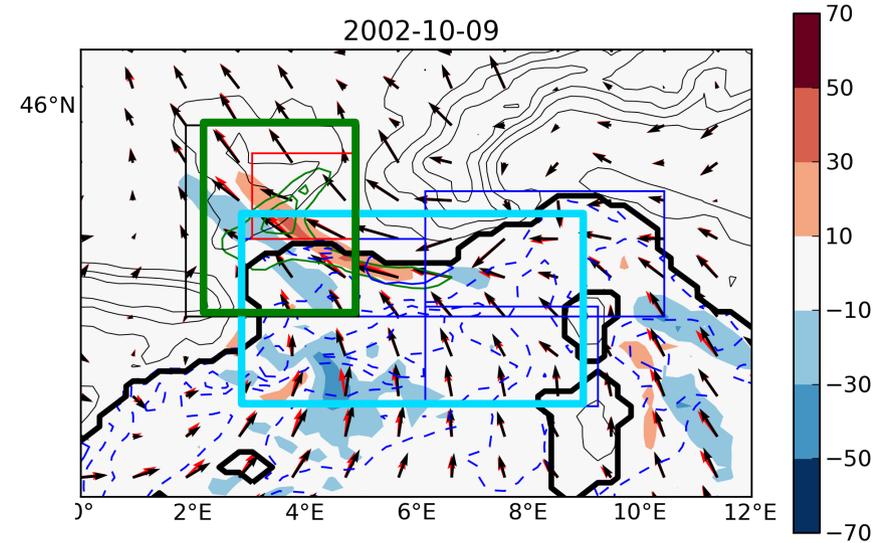
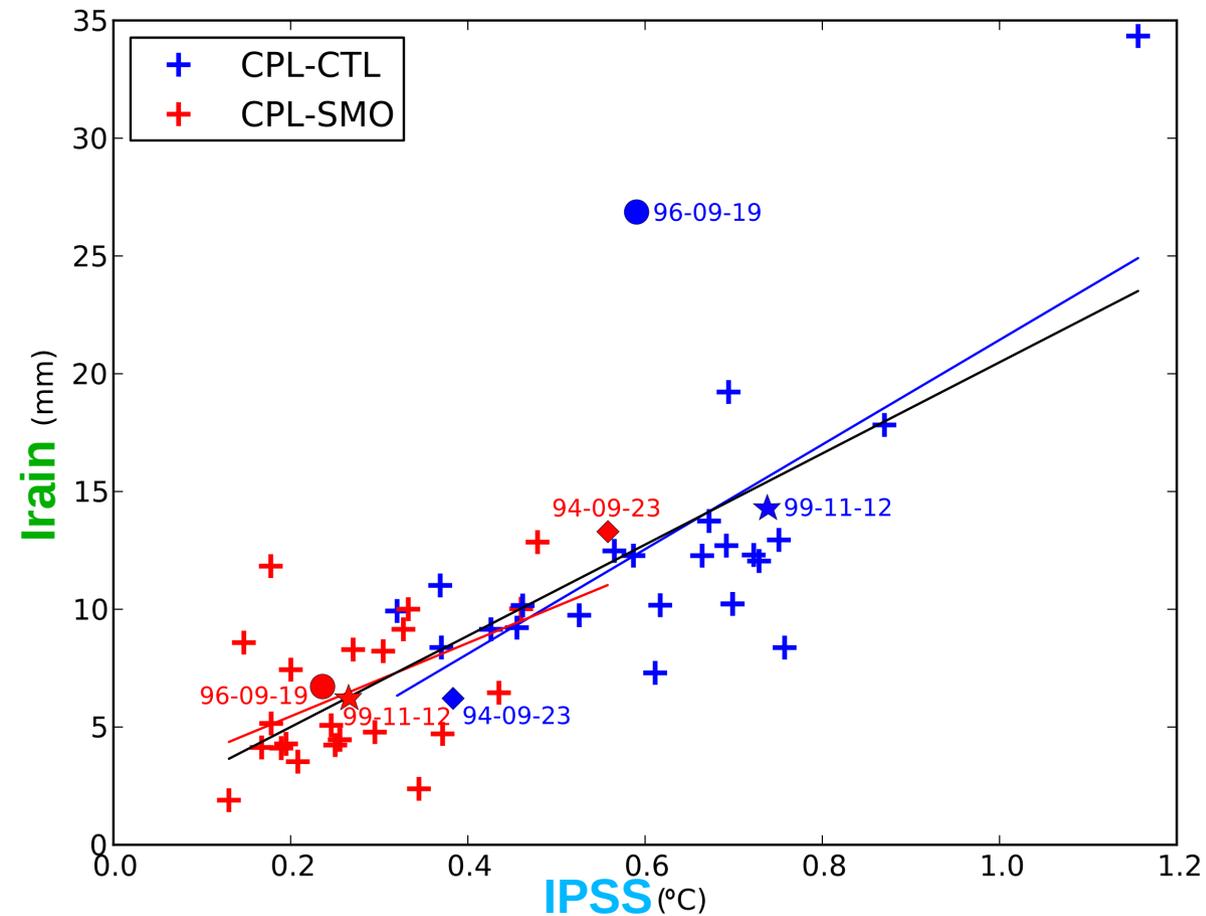
Berthou et al., 2014 Tellus

# 2. Généralisation sur les Cévennes



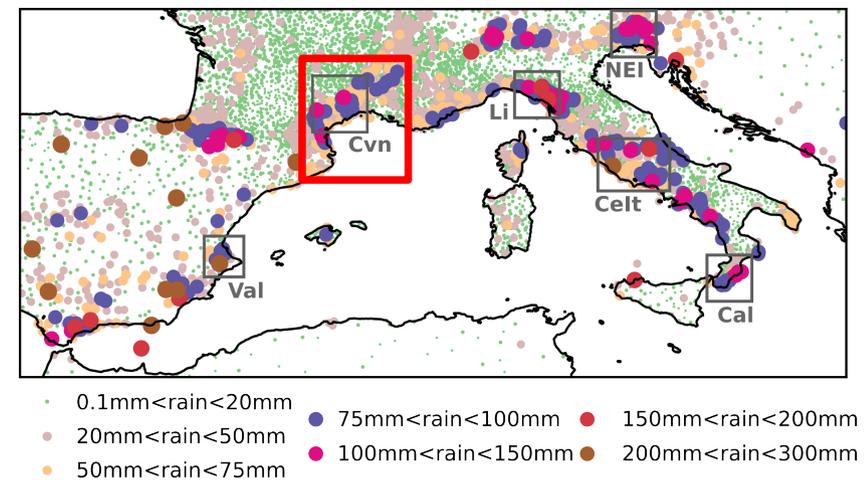
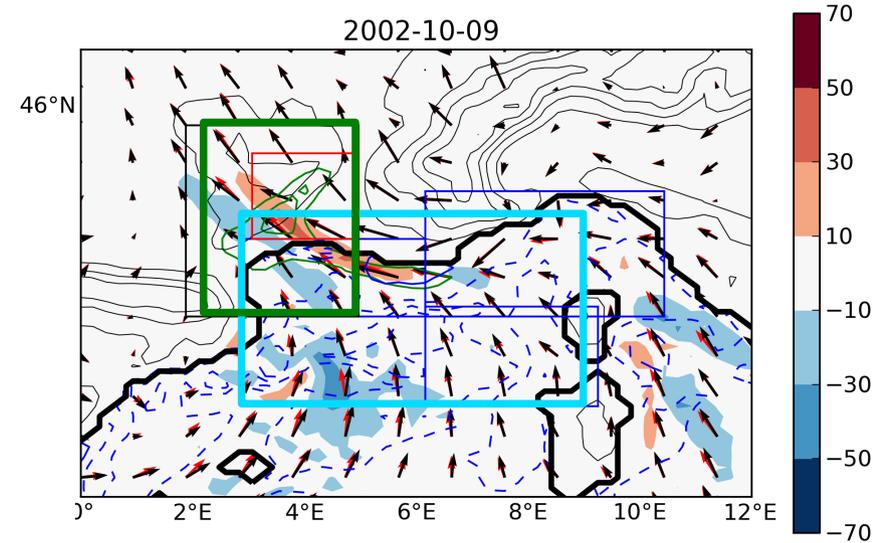
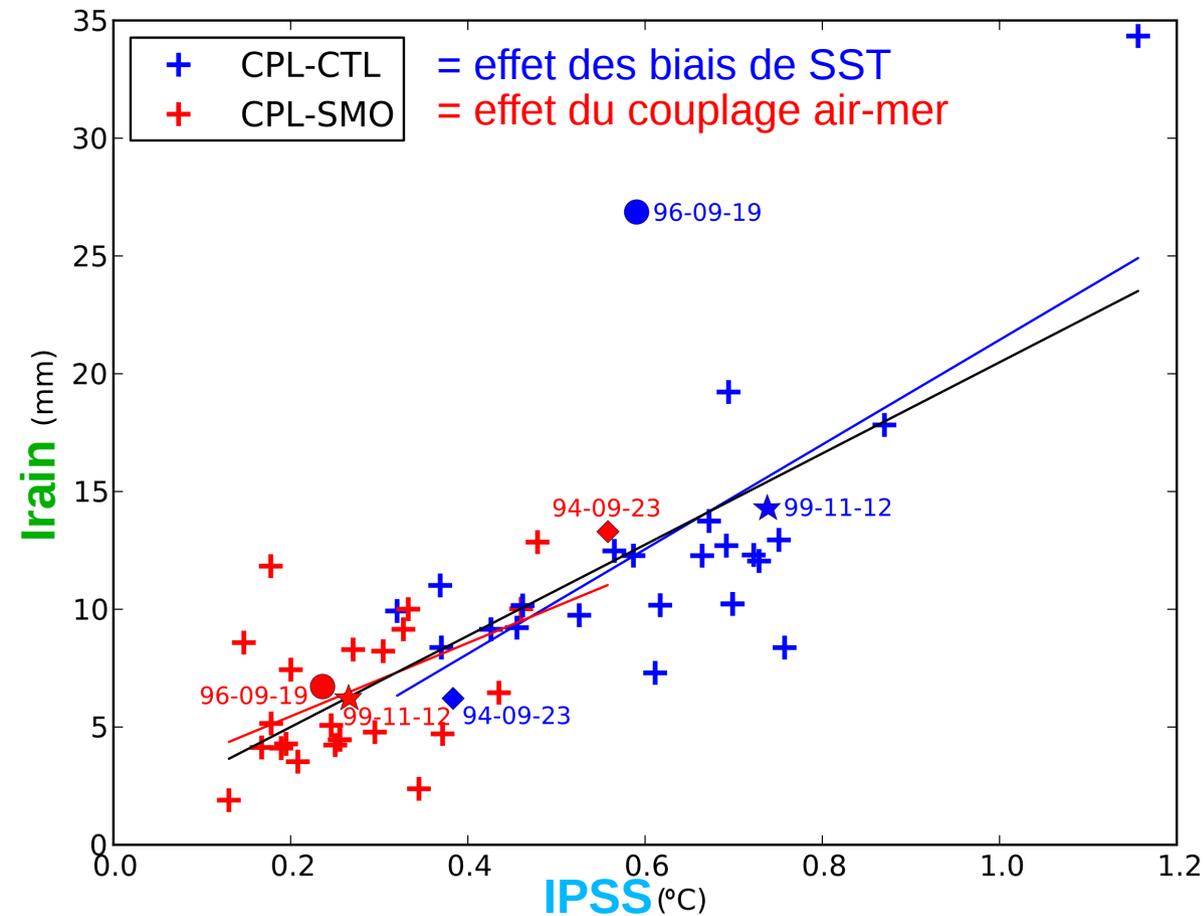
- 0.1mm<rain<20mm
- 20mm<rain<50mm
- 50mm<rain<75mm
- 75mm<rain<100mm
- 100mm<rain<150mm
- 150mm<rain<200mm
- 200mm<rain<300mm

# 2. Généralisation sur les Cévennes



Berthou et al., 2014 Tellus

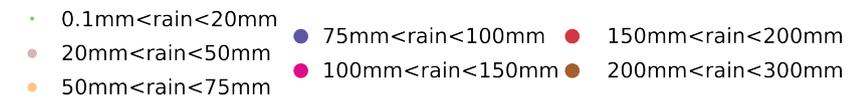
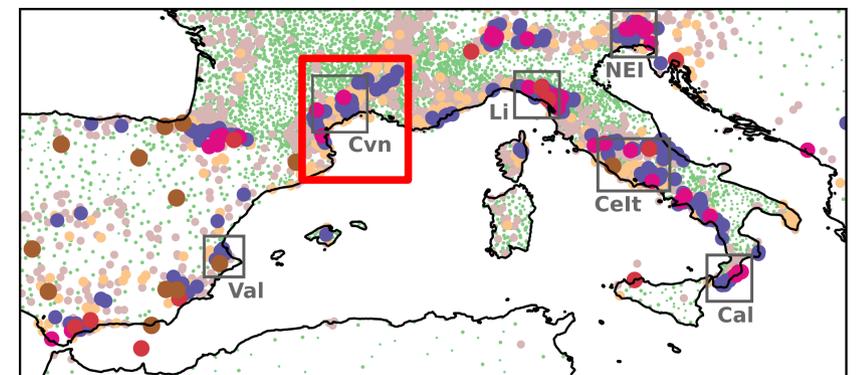
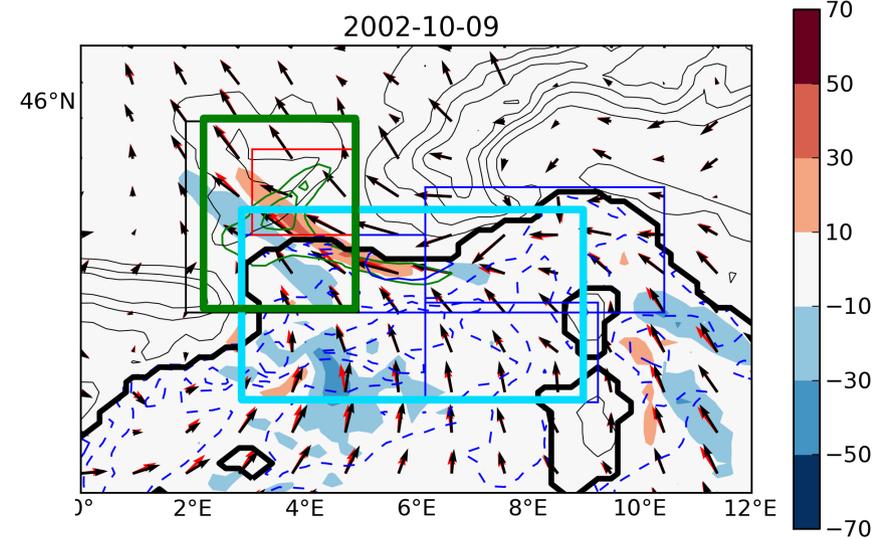
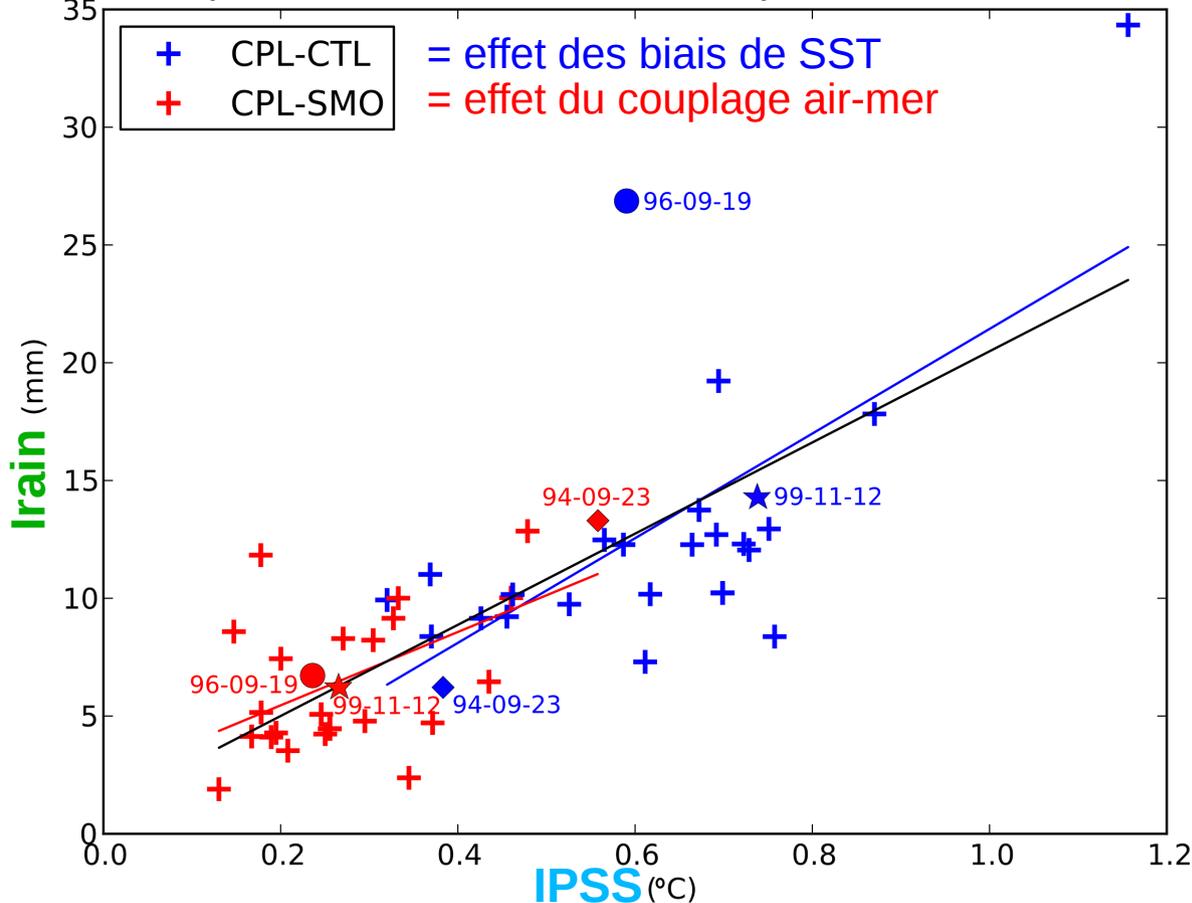
# 2. Généralisation sur les Cévennes



Berthou et al., 2014 Tellus

# 2. Généralisation sur les Cévennes

Chaque croix = un événement de pluie extrême

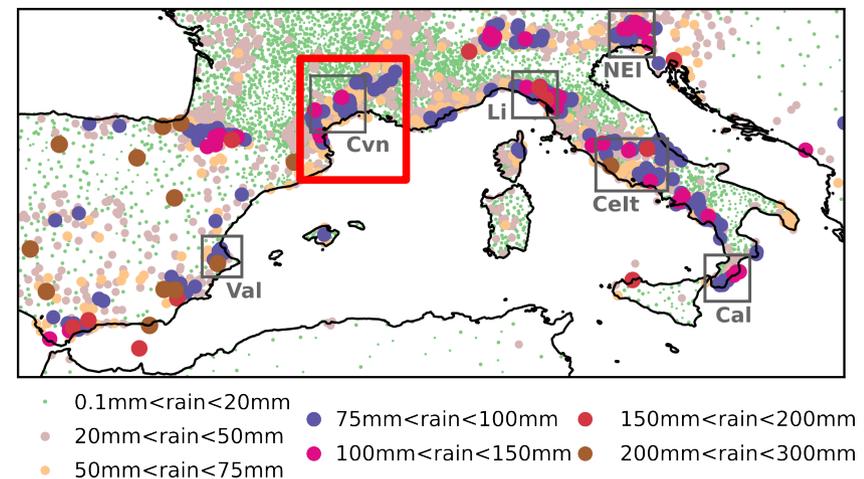
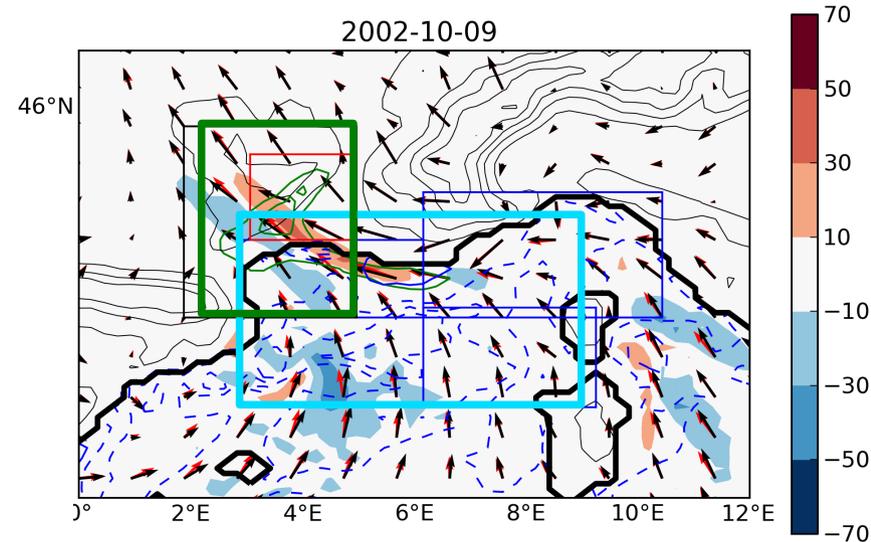
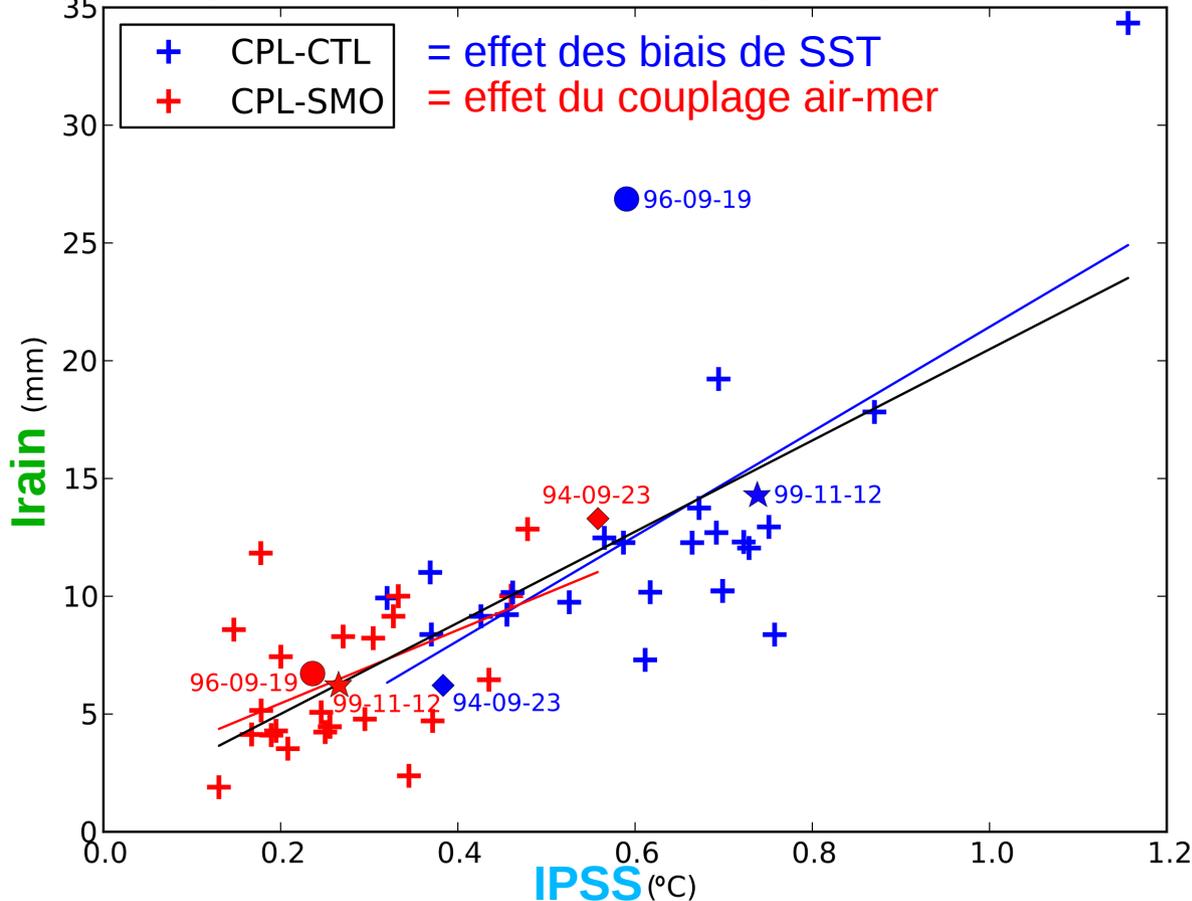


Berthou et al., 2014 Tellus

# 2. Généralisation sur les Cévennes

Plus les changements de SST sont forts dans la zone amont, plus les pluies sont affectées.

Chaque croix = un événement de pluie extrême



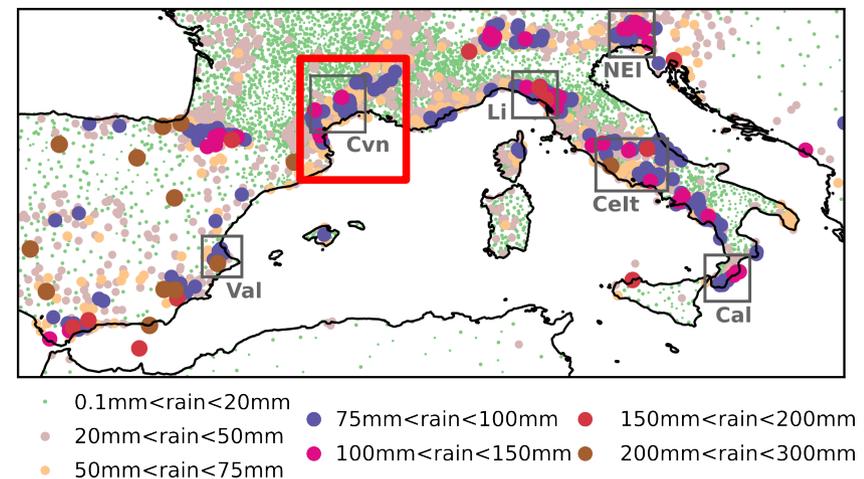
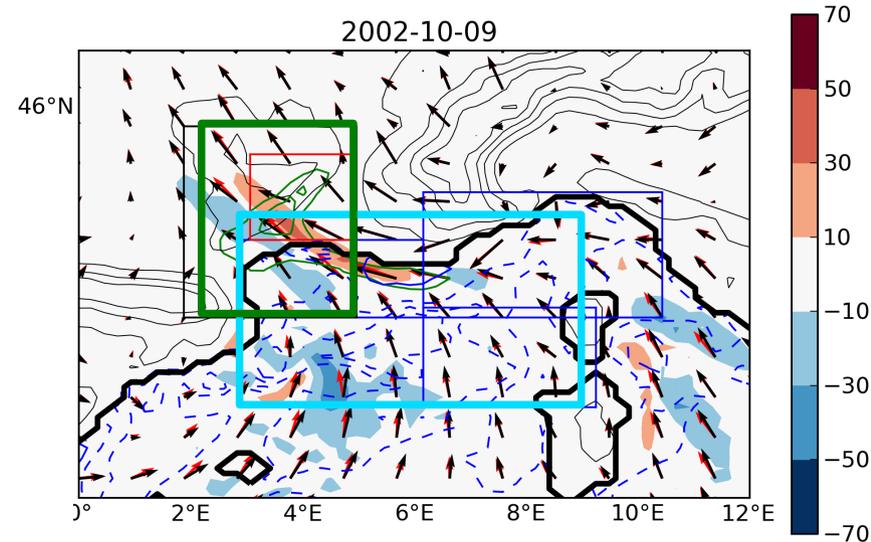
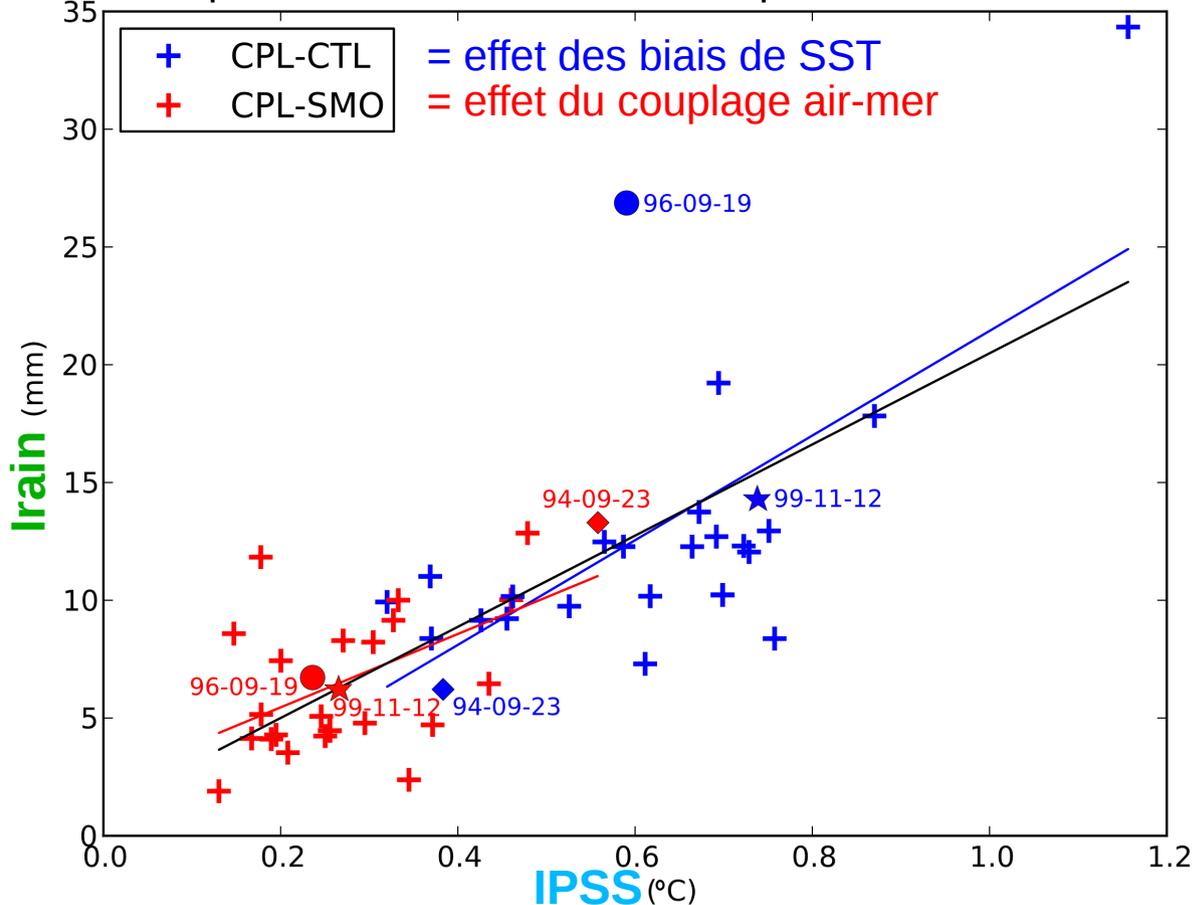
Berthou et al., 2014 Tellus

# 2. Généralisation sur les Cévennes

Plus les changements de SST sont forts dans la zone amont, plus les pluies sont affectées.

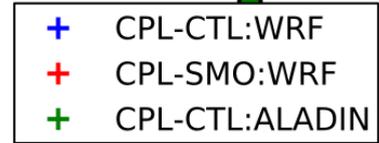
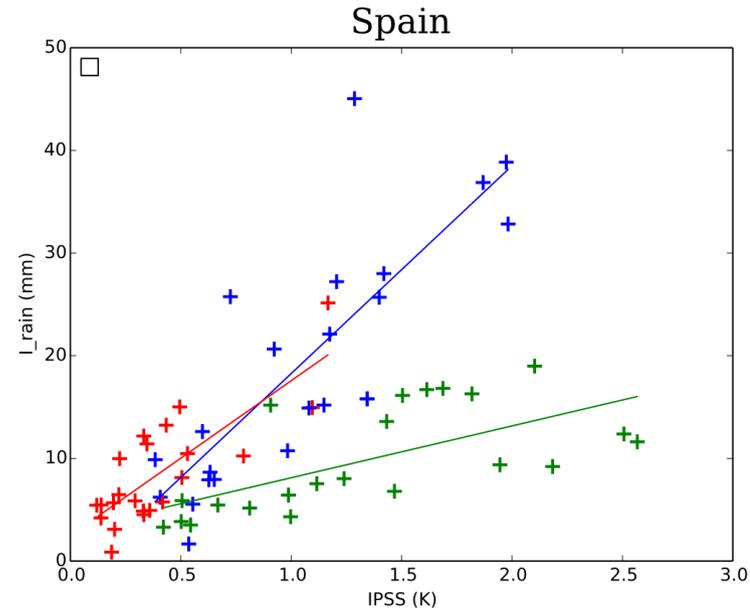
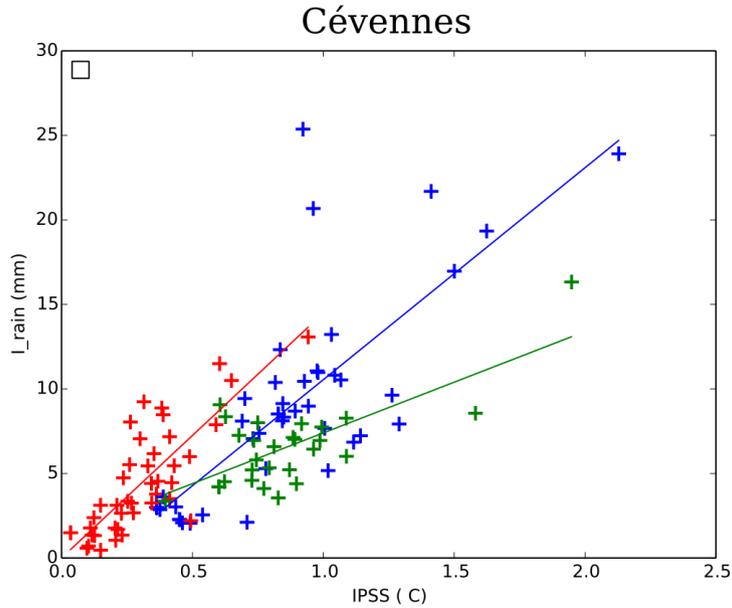
Les effets de mistral ont un impact sur les précipitations extrêmes si leur intensité est forte.

Chaque croix = un événement de pluie extrême



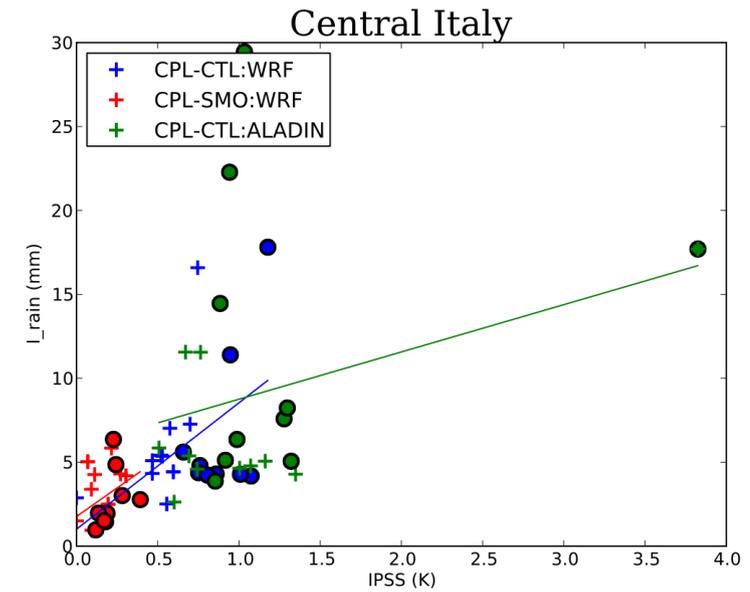
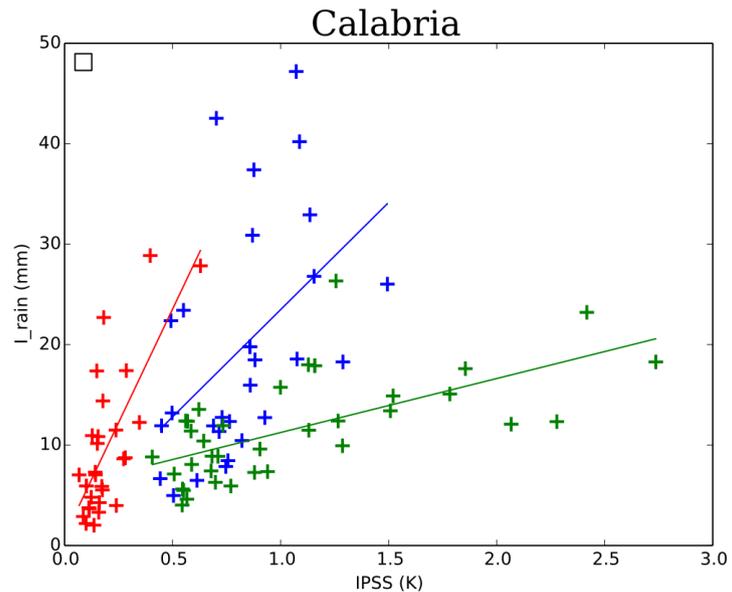
Berthou et al., 2014 Tellus

# 3. Généralisation avec ALADIN et WRF dans d'autres zones.



Résultats confirmés par ALADIN

Sensibilité pluie-SST dépend du modèle

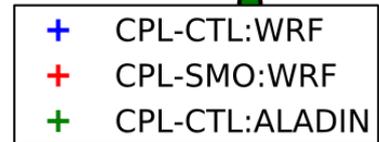
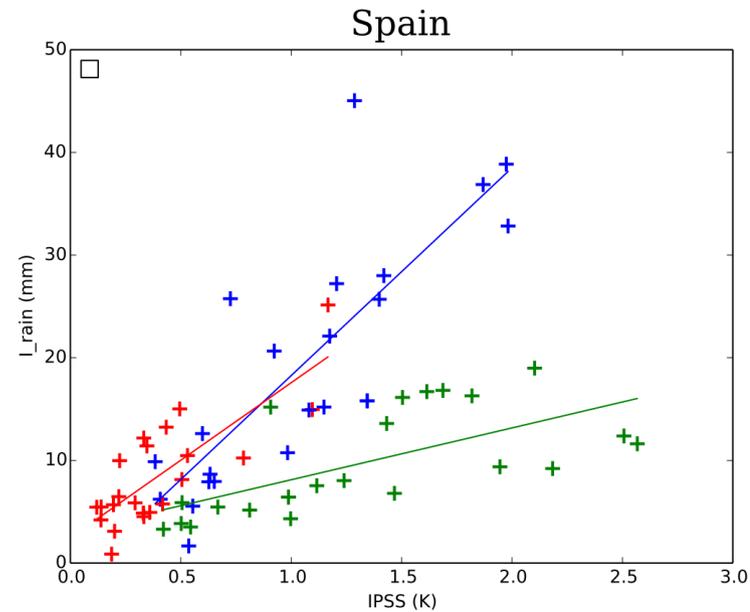
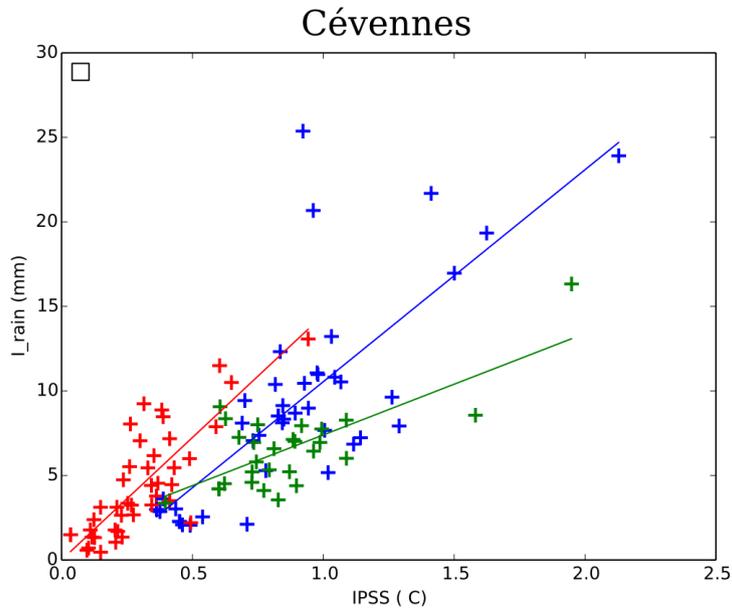


Sensibilité pluie-SST dépend de la région

L'Italie Centrale est peu sensible !

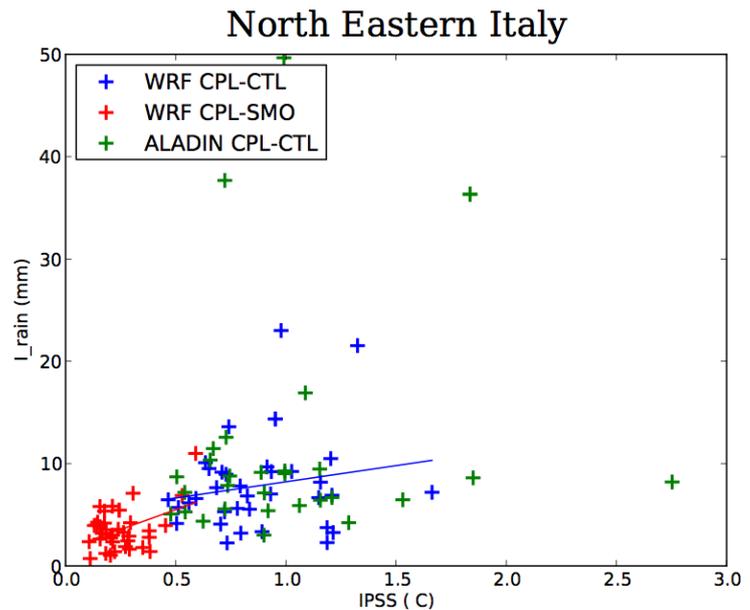
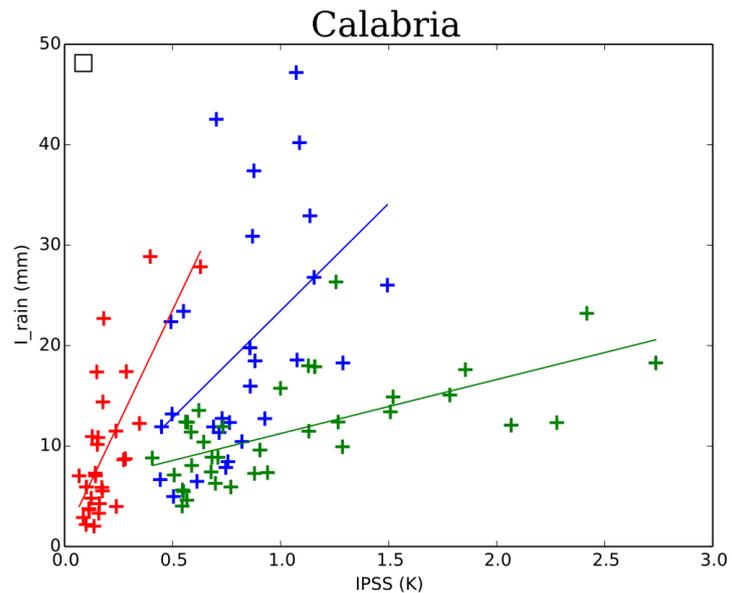
*Berthou et al., en préparation pour le QJRMS*

# 3. Généralisation avec ALADIN et WRF dans d'autres zones.



Résultats confirmés par ALADIN

Sensibilité pluie-SST dépend du modèle



Sensibilité pluie-SST dépend de la région

L'Italie Centrale est peu sensible !

*Berthou et al., en préparation pour le QJRMS*

# Conclusions et perspectives

Les modélisation régionale à des résolutions inférieures à 50km un outil pertinent pour étudier la sensibilité des HPEs à des changements de SST.

La SST n'est pas, en Méditerranée, un facteur déclenchant pour les précipitations extrêmes. En revanche des changements de SST de quelques degrés peuvent avoir **un rôle modulateur**, une fois qu'un événement est déclenché.

Dans le modèle WRF, **la SST influence la dynamique en amont du système précipitant** (position de la zone de convergence, position du jet d'alimentation en humidité) et ainsi sur la position du système précipitant sur toute la durée de l'événement.

Les **Cévennes**, la région de **Valence** en Espagne et la **Calabre** en Italie sont des zones où les changements de SST modulent les précipitations extrêmes. **Le couplage atmosphère-océan y module les précipitations.**

**L'Italie Centrale et l'Italie du Nord Est ne sont pas sensibles au couplage atmosphère-océan** et répondent de manière non linéaire aux biais forts de SST.

Merci de votre attention.



Montpellier cet automne...  
est passé aux transports durables par la force des choses !

